



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

3D-TUOTEVISUALISOINNIN JÄLKIKÄSITTELY

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Mediatekniikan koulutusohjelma
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Toni Kasurinen

Opinnäytetyö käsittelee Linear Workflow:n perusteita ja pyrkii selventämään mikä merkitys tällä on renderöitäville kuville. Renderöidyt kuvat renderöidään lähes poikkeuksetta 32-bittinä per kanava ja varsin usein unohdetaan, että tallennettaessa kuva 8-bittiseen muotoon tämä suuri informaation määrä menetetään. Linear Workflow:n yhteydessä tutkitaan myös ihmisen havaintokyvyn merkitystä tässä prosessissa.

Kompositio ja Pass -renderöinti on jälkikäsittelyn muoto. Tässä osiossa käydään läpi perusteet kompositoinnista, yleisimmät Passit ja annetaan muutamia esimerkkejä kuinka eri Passit kompositoidaan toisiinsa. Osiossa selvitetään myös Premultiply Alphan ja Straight eli Unpremultiply Alphan eroja kompositiota tehtäessä.

Jälkikäsittely osiossa tutkitaan Tone mapping -prosessin merkitystä HDR-kuvan yhteydessä. Tone mapping on yleensä viimeinen vaihe kun kuvan lopullinen sijaintipaikka määritellään, tämä prosessi tekee kuvasta aina LDR -kuvan. Osio käsittelee lyhyesti myös värimäärittelyn merkitystä sekä sisältää katsauksen yleisimpiin kuvalle tehtäviin efekteihin.

Case-osassa kootaan ensin eri Passeista tuotemalli, joka vastaa suoraan renderöityä kuvaa. Tämän jälkeen Passien avulla tuotetaan muutama variaatio samasta kuvasta. Työkaluna käytetään Adobe Photoshop -ohjelmaa, ja työskentely tapahtuu pääosin 32-bittisessä tilassa. Case-osa pyrkii hyödyntämään osaa teoriaosassa käsiteltyjä asioita ja pyrkii valaisemaan kaiken tämän merkitystä ja mahdollisuuksia, esimerkiksi tuotekuvia renderöitäessä.

Avainsanat: visualisointi, linear workflow, 3d-mallinnus, värimäärittely, premultiply, unpremultiply, straight-alpha, pass renderöinti, tone mapping, kompositointi

ABSTRACT

This study deals with the use of Linear Workflow in the rendering process and how this affects the rendered images. Practically all rendering software renders images in 32-bit per channel in linear color space. It is important to know how to store that image for later use, so we do not lose any information that there is. All this is connected with human perception of light and common display technology that most people use today.

Another subject discussed is multi-pass rendering and composition. There are many ways to divide a rendered image into different passes and how to use these passes in post-production could be a very creative process. The thesis covers only basic composition with a minimal number of passes, but it still yields many interesting results in post-production. All basic passes that are needed to construct the final rendered image are covered. This part also tries to explain how the unpremultiplied alpha channel images (straight alpha) and premultiplied alpha channel images differs from each other, and how to deal with the problems that these might bring up in the composition process.

The post-production part deals with tone mapping and how this process actually affects High Dynamic Range Images (HDRI). There is also a small section about color corrections and grading with different kinds of lens effects, because these usually finalize the whole picture and make it stand out. This could be, very important process when making product shots or architectural visualizations.

In the case part, different passes were composited into a product model, which corresponds to a final rendered image. Some variations were also produced to the same model, using render passes. The composition tool used was Adobe Photoshop and whole processing was done mainly in 32-bit mode. The goal of the case part was to apply the theory presented in the thesis into practice, when working with for example product models or architectural visualizations.

Key words: Linear Workflow, tone mapping, post-production, premultiplied-alpha, unpremultiplied-alpha, straight-alpha, matte, composition, 3D modeling, color grading

TERMISTÖ

Renderöinti	3d-ohjelman tuottama kuva.
Linear Workflow	Työnkulku, jossa renderöinti ohjelmalle tuotava materiaali linearisoidaan.
Linearisointi, gammakorjaus	Kuvassa olevan gamma-arvon muuttaminen arvoon 1.0. Tehdään renderöinti ohjelmaa varten, joka toimii lineaarisesti.
Gamma	Epälineaarinen värikorjaus operaatio, joka voimistaa eniten kuvan keskisävyjä.
Pass, Passi	Renderöidyn kuvan osa-elementti. Esimerkiksi materiaalin heijastus tai pelkkä väri.
HDR (High Dynamic Range)	Floating-point avaruudessa oleva kuva. Ei rajoitu 0-1 välille.
LDR (Low Dynamic Range)	Yleinen lyhenne esimerkiksi 8-bittisistä kuvista.
Matte, maski	Peite elementti, joka mahdollistaa jälkikäsittelyssä kohdistuksen tiettyyn alueeseen.
Tone mapping	HDR -kuvan "puristaminen" LDR -kuvaksi.
Clamp	HDR-kuvan erittäin kirkkaiden valoisuus arvojen rajoittaminen arvoon 1. (R =255, G=255,B=255)
Premultiply	Tieto läpinäkyvyydestä myös RGB kanavissa = RGB kanavat multiploitu taustaansa, joka yleensä musta tai valkoinen. *Alpha kanava normaali harmaasävykuva.

Unpremultiply/Straight alpha RGB kanavat eivät sisällä informaatiota kuvan läpinäkyyydestä. RGB kuva ei sisällä anti-aliasointia.

****** Alpha kanavassa kaikki tiedot kuvan läpinäkyyydestä, myös reunapehmennys eli anti-aliasointi.

***** Alpha kanava normaali harmaasävykuva.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LINEAR WORKFLOW	2
2.1	Lineaarinen renderöinti	2
2.2	Renderöitävän materiaalin linearisointi	2
2.3	Tekstuurit ja gammakorjaus	4
2.4	Gamman vaikutus ja virheet	5
2.5	Ihmisen näköaistimus	6
2.6	Näyttöjen toiminta	7
2.7	sRGB-väriprofiili	8
2.8	HDR vs. LDR	8
3	MULTI-PASS RENDERÖINTI	10
3.1	Renderöidyn kuvan jako Passeihin	10
3.2	Taso renderöinti	11
3.3	Hyödyt	12
3.4	Matte Pass	13
3.5	Ambient Occlusion	13
3.6	Depth Pass	17
3.7	Diffuse Pass	20
3.8	Reflection Pass ja Specular Pass	20
3.9	Shadow Pass	22
3.10	Ambient Pass (Color Pass, Raw RGB)	23
3.11	Beauty Pass, Incidence Pass, Light Pass, GI Pass, Normal Pass	24
3.12	Alpha kanava	27
3.13	Kompositointi	29
4	JÄLKI-KÄSITTELY JA EFEKTIT	31
4.1	Digitaalinen väri	31
4.2	High Dynamic Range -tiedostomuodot	34
4.3	HDR-kuvat ja Adobe Photoshop	37
4.4	Tone mapping	39
4.4.1	HDR-kuva LDR-kuvaksi.	39
4.4.2	Adobe Photoshop ja tone mapping operaattorit	40
4.4.3	Exposure and Gamma	41

4.4.4	Highlight Compression	41
4.4.5	Equalize Histogram	42
4.4.6	Local Adaptation	42
4.4.7	Tone mapping ja säätötasot (Adjustment Layers)	47
4.5	Värimäärittely	47
4.6	Jälkikäsittelyssä tuotetut efektit	49
4.6.1	Linssiheijastukset	49
4.6.2	Chromatic Aberration (CA)	50
4.6.3	Vignetting	51
4.6.4	Linssi vääristymät	52
5	CASE: TUOTEMALLIN JÄLKIKÄSITTELY	53
5.1	Casen esittely	53
5.2	Pass renderöinti ja kompositointi	54
5.3	Jälkikäsittelyn ja Pass-renderöinnin edut	58
6	YHTEENVETO	62
	LÄHTEET	63

1 JOHDANTO

Visualisointi on asian esittämistä näkyvässä muodossa, jossa käytetään hyväksi kuvia, diagrammeja tai liikkuvaa kuvaa. Tarkoituksena on välittää katsojalle haluttuunlainen viesti. Yksi ensimmäisistä esimerkeistä visualisoinnista ovat esihistoriallisella ajalla tuotetut luolamaalaukset. Yhden teorian mukaan luolamaalaukset olivat viestejä muille.

Tämän päivän visualisoinnit tehdään pääosin digitaalisesti tietokoneiden avustuksella ja etenkin 3D-mallintaminen on suuressa suosiossa. 3D-ohjelmilla voidaan tuottaa materiaalia mitä moninaisimpiin tarkoituksiin, kuten tuotteistamis-, arkkitehtuuri, tieteellisiin, rikosteknisiin ja lääketieteellisiin -tarkoituksiin. Näistä erittäin suosittuja pääalueita ovat arkkitehtuuri ja erilaiset tuotteet.

Valitsin opinnäytetyön aiheeksi 3D-tuotevisualisoinnin jälkikäsittelyn. Jälkikäsittely on lähes aina eduksi renderöidylle kuvalle. Usein renderöidyn kuvan värit eivät vastaa sitä, mitä on toivottu ja tällöin pelkkä värimäärittely parantaa kuvan. Myös erilaisten tehosteiden, kuten materiaalin loisteominaisuus, on helpommin säädettävissä jälkikäsittelyssä.

3D-kuvasta voidaan myös renderöidä erilaisia Passeja (Multi-pass rendering). Tämän avulla materiaalin eri ominaisuudet hajottaa omiksi tasoiksi, jotka yhdistetään ja säädetään jälkikäsittelyssä haluamaksi kokonaisuudeksi. Näin tuotteen väri, heijastuvuus, rosoisuus, ynnä muut ominaisuudet ovat säädettävissä reaaliajassa, ilman uudelleen renderöintiä. Opinnäytetyö käsittelee laajasti myös Gammakorjausta. Tällä on erittäin suuri merkitys renderöinti ohjelmiston tuottamaan lopputulokseen.

Case-osassa käydään läpi teoriaosan asioita käytännössä ja koostetaan tuotevisualisointiin tarkoitettu kuva eri Passeista kompositoimalla. Case-osassa testataan myös lyhyesti, kuinka tuotevisualisoinnin ilmettä voidaan vielä muuttaa tällä menetelmällä. Työkaluna kompositoinnissa toimii Adobe Photoshop -kuvankäsittelyohjelma.

2 LINEAR WORKFLOW

2.1 Lineaarinen renderöinti

NewTek LightWave ja monet muut renderöintiohjelmit toimivat Lineaarisessa Floating Point avaruudessa, mikä tarkoittaa, että kuva renderöidään gammakorjaamattomana, gamma-arvolla 1.0. Renderöintiohjelmit myös renderöivät kuvat yleensä 32-bittisenä, ja usein lopullinen kuvakin on tässä muodossa.

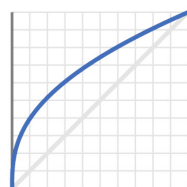
Renderöidyn kuvan dynamiikka vastaa High Dynamic Range (HDR) -kuvaa. Tätä lineaarisessa muodossa olevaa kuvaa emme voi katsella useimmilla näytöillä oikeassa valossa, vaan kuvalle täytyy suorittaa gammakorjaus. Yleensä gammakorjaus tehdään näyttöpäätteen mukaan, jolloin käytetään gamma-arvoa 2.2. (Spitzak 2002; Breidt 2009, 2; Bloch 2007, 28 - 29, 304 - 307.)

2.2 Renderöitävän materiaalin linearisointi

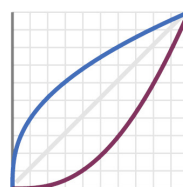
Renderöintiohjelmit olettaa väriarvojen sekä tekstuurien olevan lineaarisessa väriavaruudessa, jos näin ei ole renderöinnin aikana tapahtuva laskenta suoritetaan väärin. Ilman gammakorjausta, toisin sanoen linearisointia, ei renderöinnillä voida saavuttaa photorealistista jälkeä. Alla olevissa kuvissa 1 ja 2 esitetään kuinka gamma 2.2 muutetaan arvoon 1.0 eli linearisoidaan tai toisinsanoen suoritetaan degammaus. Näin renderöinti ohjelmistolle tuleva materiaali on oikeassa muodossa.

Linear Workflow

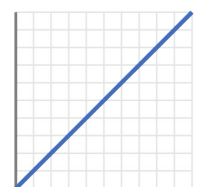
Tekstuureille tai värille suoritetaan väriavaruuden kääntäminen gamma-arvon käänteisluvulla.



sRGB
(2.2 gamma)

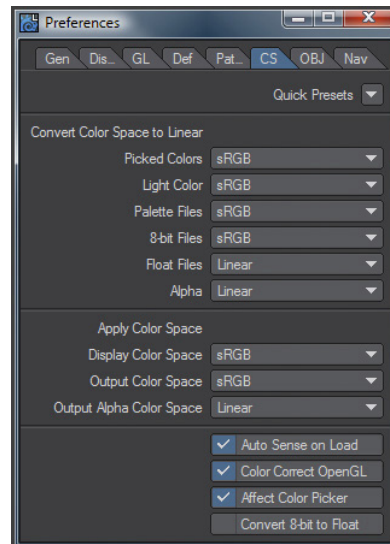


Käänteinen
(1.0 / 2.2)



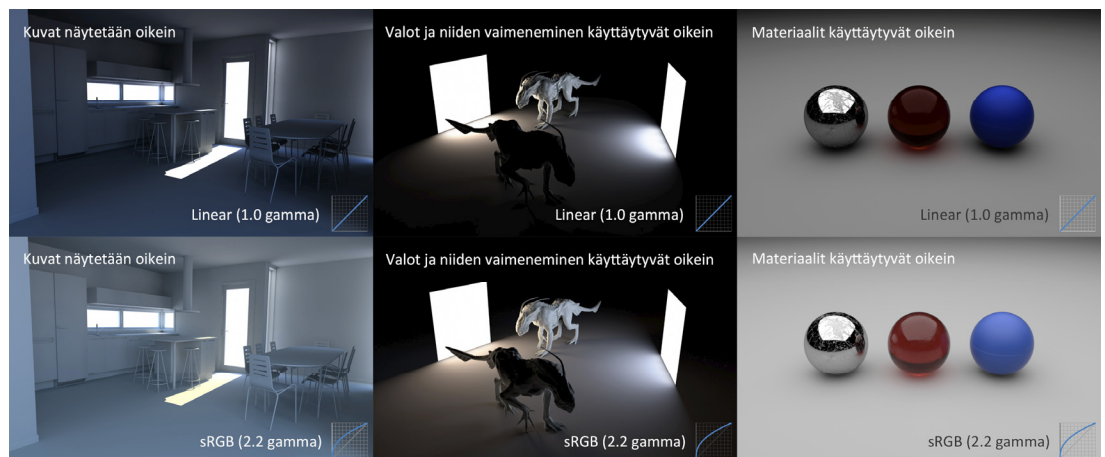
Lineaarinen
(1.0 gamma)

KUVA 1. Gamma-arvon muunnos lineaariseksi (Gerner. 2012.)



KUVA 2. Color Space (CS) -paneeli, LightWave 11.

Kuvassa 3 nähdään mikä vaikutus Linear Workflow:n käytöllä on valmiiseen renderöityyn kuvaan. Kaikki kuvat on oikein laskettu käyttäen gammakorjausta. Kuvassa ylhäällä on renderöintiohjelman tuottama kuva on lineaarisessa muodossa ja alhaalla nämä ovat sRGB (2.2) -gamma korjattuja. Ero on huomattava valon käyttäytymisessä, kun lineaarinen kuva nostetaan näytölle sopivaan 2.2 gamma-arvoon. Valo levittäytyy tällöin luonnollisesti ympäristöön ilman valon jyrkkää vaimenemista.

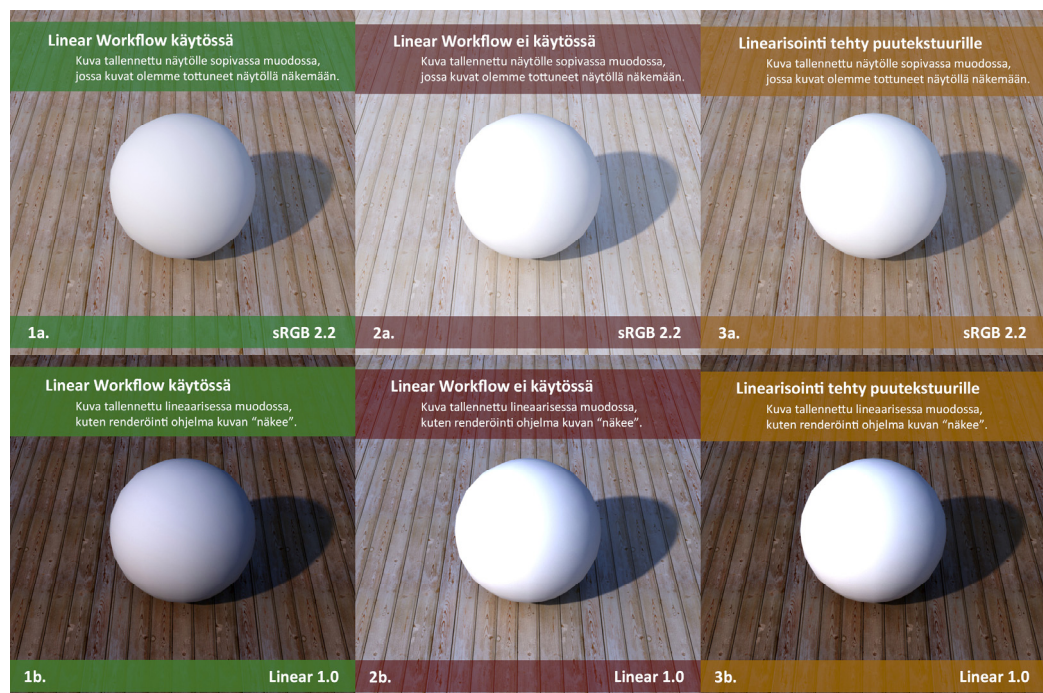


KUVA 3. Linear Workflow:n vaikutus valojen ja materiaalien käyttäytymiseen. (Gorner 2012; Bloch 2007, 303 - 306.)

Kaikki renderöintilaskentaan menevät väriarvot täytyy linearisoida, koska renderöinti tapahtuu lineaarisessa tilassa, olipa kyse sitten tekstuurikuvista tai väriarvoista joita katsomme ruudulla ja nappaamme käyttöömmme renderöintiohjelman väripaletista. Kaikille näille arvoille täytyy tehdä muutos, jotta kuvan laskenta suoritettaisiin oikein.

2.3 Tekstuurit ja gammakorjaus

On huomioitava, että profiililla sRGB 2.2 varustettu tekstuuri, jota ei linearisoida renderöinnin ajaksi, tapahtuu laskenta kyseisellä tekstuurilla 2.2 gamma-arvon mukaan. Tätä virhettä ei voida korjata jälkikäteen enää mitenkään. Virhe näkyy selkeimmin, kun renderöintiohjelman tuottama lineaarinen kuva muutetaan takaisin näytölle sopivaan sRGB (2.2) -muotoon. Tällöin suoritetaan ylimääräinen gamma-arvon muunnos kyseiselle tekstuurille, tämä tekee tekstuurista liian vaalean. Tällä on toki vaikutusta kaikkiin muihinkin laskutoimituksiin renderöinnin aikana. Kuva 4, havainnollistaa virhettä, joka laskennassa tapahtuu, kun gamman vaikutusta ei huomioida renderöintiprosessissa.



KUVA 4. Gamma korjaus ja sen vaikutus tekstuuriin. (Bloch 2007, 303 - 306.)

On hyvä huomata puutekstuurin käyttäytyminen kuvissa 1a. ja 2b. molemmissa tekstuurin gamma-arvo on 2.2 vaikka 2b. kuvaa ei ole vielä muutettukaan näytölle sopivaan sRGB profiiliin. Tämä on myös aiheuttanut muita ongelmia kuvan 2b. laskentaan, koska tekstuurin valoisuus arvot ovat olleet erilaiset laskennan aikana. Kuvissa 3a. ja 3b. puutekstuurin gamma-arvo on muutettu arvoon 1.0 eli se on linearisoitu, mutta valon sekä pallossa olevan materiaalin väriarvoa ei ole linearisoitu. Tätä laskennassa tapahtuvaa virhettä ei voida korjata enää jälkikäteen. Kuvissa 2a. ja 3b. olevissa palloista nähdään kuinka ne ovat ylivalottuneet, mikä johtuu osaksi siitä, että valoille määriteltyjä väriarvoja ei ole linearisoitu laskennan ajaksi. (Brinkmann 2008, 100; Bloch 2007, 303 - 306.)

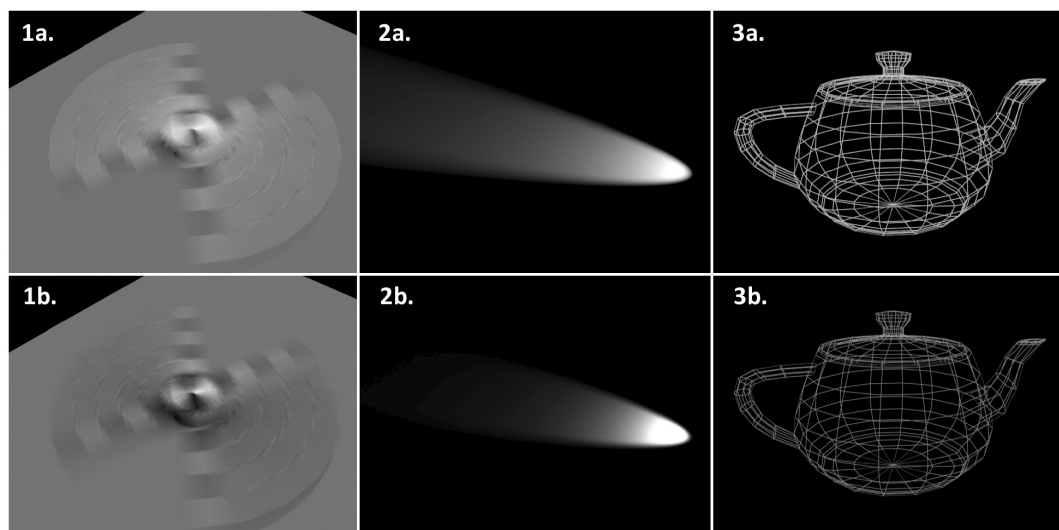
2.4 Gamman vaikutus ja virheet

Virheitä syntyy seuraavissa asioissa, jos gamman vaikutusta kuvan laskennassa ei oteta huomioon:

- läpinäkyvät kappaleet
- reunapehmennys (anti-aliasing)
- liike-epäterävyys
- RGB tekstuurien sekä fysikaalisesti oikein lasketun valaistuksen, kuten epäsuoran valaistuksen yhteydessä.
- kuvan skaalauksen ja teksturiin kohdistuneiden suodin operaatioiden yhteydessä, kuten mip mapping.
- sumennus eli blur -efektien yhteydessä.

(Breidt 2009, 4; Bloch, 2007, 302 - 307.)

Kuvan 5 kohdassa 1a. pyörii laatikko, jossa on mustat ja valkoiset raidat. Kuva 1b. näyttää liian tummalta, ilman gammakorjausta. Kohdassa 2a. Spottivalo valaisee tason vaimeten neliöllisesti. Kohdassa 2b. valo vaimenee liian nopeasti ja aiheuttaa voimakkaan ylivalottumisen. Kohdassa 3a. rautalanka malli on reunapehmennetty oikein, kun käytetään gamma korjausta. Kohdassa 3b. rautalanka malli näyttää huonolta, koska sitä ei ole gammakorjattu.

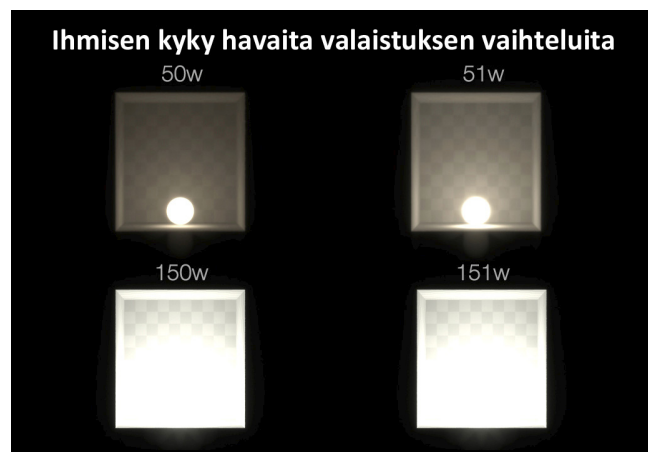


KUVA 5. Gammakorjaus ja sen vaikutus renderöintiin. (Breidt 2009, 4, 7.)

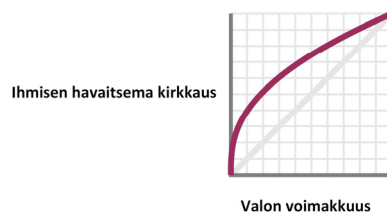
2.5 Ihmisen näköaistimus

Ihminen havaitsee valaistusvoimakkuuden eroja enemmän hämärässä valossa kuin kirkkaassa. Joten onkin luonnollista, että gamma-arvo 2.2 on valittu standardiksi, kun kuvia katsellaan näytöllä. Tämä vastaa melko lähelle ihmisen epälineaarista kykyä aistia valoa. Ihmisen aistit, näkö, kuulo sekä painon aistimus perustuvat kaikki samaan suhteelliseen käsitykseen, ihmisen aistit toimivat epälineaarisesti, tarkemmin ottaen logaritmisesti.

Kuvassa 6 havainnollistetaan, kuinka ihminen havaitsee vielä helposti 50W:n ja 51W:n lampun valaistusvoimakkuuden eron, muttei enää 150W:n ja 151W:n voimakkuuden eroa. Sama pätee painon aistimukseen, jos kädessä pidetään 0,5 kg painoa ja siihen lisätään toiset 0,5 kg, voidaan tämä ero helposti huomata, mutta jos kyseessä on 50 kg:n paino ja siihen lisätään 0,5 kg, eroa ei voida helposti havaita. (Bøgeberg; Breidt. 2009, 2.)



KUVA 6. Kuvassa havainnollistetaan kuinka ihminen havaitsee eri valaistusvoimakkuuksia. (Bøgeberg.)



KUVA 7. Ihmisen näkökyky on epälineaarinen. (Gorner 2012, 39; Bøgeberg; Brinkmann 2008, 419 - 421.)

Havaintokuvasta 7 nähdään, kuinka ihmisen kyky havaita valoisuus eroja on suurempi tummassa päässä. Ihminen ei myöskään tarvitse niin suurta informaation määrää kirkkaassa päässä, nähdäkseen kuvan selkeästi. Tähän perustuu myös osin sRGB ja JPEG -kuvaformaatin 8-bittinen pakkaus.

Jos lineaarista muotoa käytettäisiin kuvan pakkaukseen, joudutaan hyödyntämään 14-bittiä per kanava, jotta saavuttaisimme saman laadun kuin tyypillinen 8-bittinen JPEG-kuva tarjoaa. Lisäksi lineaarinen 14-bittinen kuva sisältää turhaan informaatiota kirkkaassa päässä, jota ihmissilmä ei kuitenkaan kykene erottamaan. Kuvan 7, käyrä vastaa lähes suoraan gamma-arvolle 2.2 ominaista käyrää. Gamma 2.2 on arvo, jota suurin osa laitteista ja näytöistä nykyäänkin käyttää.

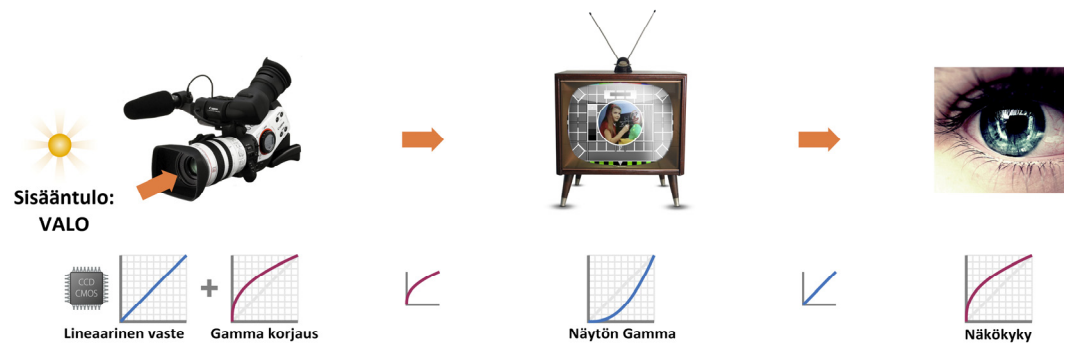
2.6 Näyttöjen toiminta

On sattumaa, että ihmisen kyky aistia valoa on lähes käänteinen, sille kuinka kuvaputkinäytöt reagoivat sisääntulo jännitteeseen (Kuva 8). Vaikka nykyiset näytöt eivät reagoi sisääntulojännitteeseen samalla tavalla kuin kuvaputkinäytöt, on niihin kuitenkin esiohjelmoitu gammakäyrä, joka vastaa kuvaputkinäytölle ominaista käyttäytymistä, mikä on tehty ainoastaan sen takia että, kuvat näkyisivät edelleen samanlaisina kuin kuvaputkiaikakaudella. Toisin sanoen ihmisen kyky nähdä valoa on lähes käänteinen sille, kuinka CRT-näyttöjen vaste toimii sisääntulo jännitteeseen. (Gorner 2012, 44; Bøgeberg.)



KUVA 8. Ihmisen näkökyvyllä ja CRT -näytöillä on lähes käänteinen vaste valonvoimakkuuteen nähden. (Gorner. 2012, 44.)

Se, kuinka valon intensiteetti kompensoidaan ihmisen näkökyvylle sopivaan muotoon, on esitetty kuvassa 9. Digitaaliset kamerat toimivat tosiasiaassa lineaarisesti, mutta kuvan ottamisen jälkeen kuville yleensä suoritetaan gammakorjaus, jotta ne näkyisivät näytöllä oikein. Tässä vaiheessa kuva on näytöllä lineaarinen. On vielä hyvä kuitenkin muistaa, että ihminen näkee epälineaarisesti.



KUVA 9. Kuinka laitteet käsittelevät valoa ja kuinka ihminen näkee valoa. (Gorner. 2012, 46.)

2.7 sRGB-väriprofiili

sRGB on standardiksi muodostunut tapa koodata luminanssi eli valoisuusarvot 8-bittiseen tai mihin tahansa muuhun kokonaislukuavaruuteen. Standardin ovat kehittäneet yhteistyössä Hewlett-Packard ja Microsoft. Standardia tukee useat tahot kuten W3C, EXIF, Intel, Pantone, Corel ja monet muut digitaalisen alan vaikuttajat. sRGB on myös hyvin hyväksytty vapaanlähdekoodin sovelluksissa kuten Gimp- ja PNG -tiedostomuodoissa.

sRGB-muunnos tehdään aina renderöidylle kuvalla vasta lopuksi. Jos renderöityä kuvaa aiotaan myöhemmin jälkikäsitellä, ei tätä muunnosta kannata luonnollisesti tehdä, koska kuvasta katoaa tällöin todella paljon informaatiota. (Gorner. 2012, 47; Brinkmann 2008, 419 - 424; Christiansen. 2011, 353 - 354.)

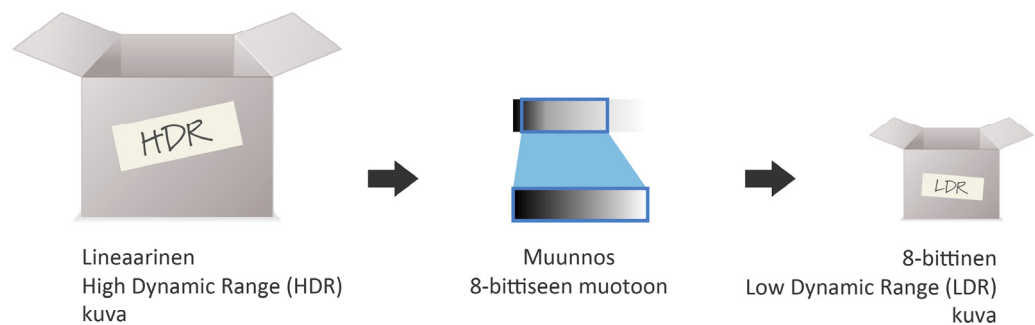
On huomioitava, että kaikki kuvat eivät ole tarkoitettu esitettäväksi sRGB-profiilissa, vaan niille tehdään omanlaisensa muunnos halutun profiilin mukaan. Esimerkiksi painoon menevissä kuvissa olisi hyvä käyttää suoraan painotalon määräämää profiilia, eikä tehdä muunnosta muihin muotoihin tässä välillä.

2.8 HDR vs. LDR

Renderöity kuva on dynamiikaltaan yleensä vähintään 16-bittinen. Tämä tarkoittaa, että jokainen värikanava ilmaistaan 16-bitillä eli ne voivat saada 65 536 valoisuusarvoa. Näyttölaitteet eivät yleensä kykene tuota informaatiota näyttämään, joten kuvalle täytyy tehdä jossain vaiheessa muunnos. Tämä tarkoittaa 16-bittisen tai 32-bittisen, renderöidyn Floating Point kuvan säätämistä johonkin alempaan tarkkuuteen, mikä yleensä tarkoittaa muunnosta 8-bittiä per kanava muotoon. Pro-

sessissa katoaa informaatiota, joten tämä täytyy tehdä hallitusti. Renderöity Floating Point kuva voidaan myös jättää muuntamatta 8-bittiseen LDR (Low Dynamic Range) -muotoon, kun halutaan suorittaa kuvan Tone mapping jälkikäsitelyssä.

Kuvassa 10 nähdään kuinka muunnoksessa käy. Kannattaa huomata miten informaatiota pyritään siirtämään enemmän tummaan päähän, vastaamaan ihmisen havaintokykyä. (Gorner. 2012, 47; Brinkmann 2008, 419 - 424; Christiansen 2011, 353 - 354; Bloch 2007, 305.)

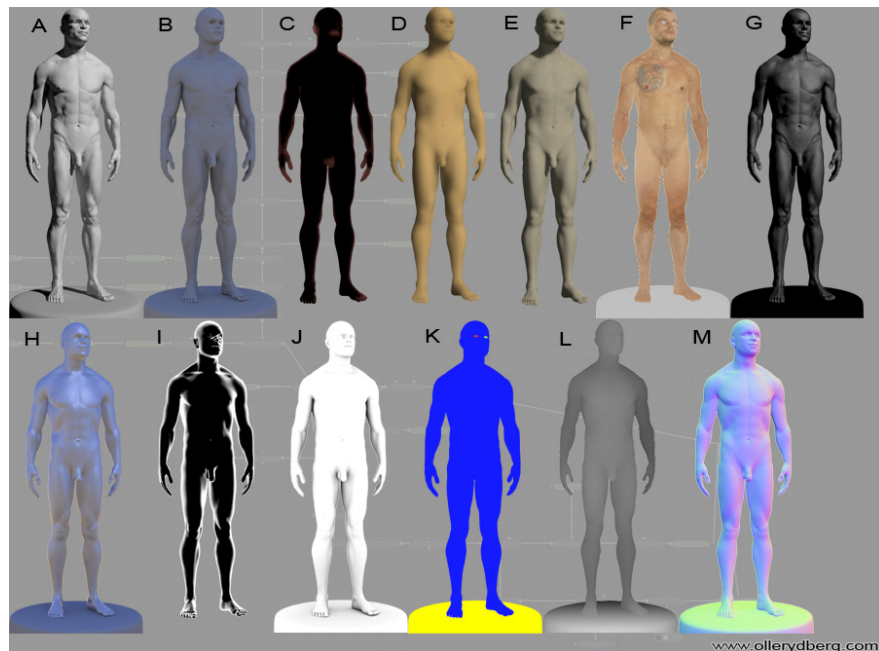


KUVA 10. Kuvasarja havainnollistaa kuinka lineaarinen High Dynamic Range kuva muutetaan 8-bittiseen Low Dynamic Range (LDR) muotoon. (Gorner 2012.)

3 MULTI-PASS RENDERÖINTI

3.1 Renderöidyn kuvan jako Passeihin

Multi-pass renderöinti tarkoittaa renderöinnillä tuotetun kuvan jakamista useaan kuvaan eli Passiin. Passeja voi olla käytännössä loputon määrä. Taso- ja Pass-renderöintiä käytetään yleensä varsin vapaasti, ja välillä näistä puhutaan aivan kun ne olisivat sama asia. Pass-renderöinti tarkoittaa, objektin, valojen, varjojen tai syvyys informaation erottamista erilleen. (Birn 2006, 336 - 337, 347 - 369; Christiansen 2011, 406 - 411.)



KUVA 11. Esimerkkikuva, Multi-pass renderöinnistä. (Rydberg 2009.)

Yllä olevassa kuvassa 11, ovat seuraavanlaiset Passit:

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| A. Diffuse Pass | H. Reflection Pass |
| B. Indirect Pass | I. Facing Ratio Pass |
| C. SSS Back Pass | J. Ambient Occlusion Pass |
| D. SSS Subdermal Pass | K. Object ID Pass |
| E. SSS Epidermal Pass | L. Depth Pass |
| F. Color Pass | M. Normal Pass |
| G. Specular Pass | |

Pass voi siis tarkoittaa yhden tietyn objektin materiaalin renderöintiä tai vielä syvemmin tämän materiaalin jonkin komponentin, kuten heijastuksen erottamista erilleen. Kompositio ja jälkikäsitteily vaiheessa tätä erotettua heijastukset sisältävää Passia voidaan hyödyntää monilla tavoin. (Brinkmann 2008, 419 - 424; Birn 2006, 336 - 337, 347 - 369; Christiansen 2011, 406 - 411.)

3.2 Taso renderöinti

Pass-renderöinnin lisäksi kuva voidaan jakaa myös tasoihin renderöimällä taustan, etualan ja välissä olevat objektit erikseen. Renderöinti ja kuvan jakaminen tällä tavalla kerroksiksi on suositeltavaa varsinkin animaatiota tehtäessä.

Koska tasot mahdollistavat kuvan tai kohtauksen jakamisen kerroksiin, helpottaa se kompositiovaihetta ja nopeuttaa uudelleen renderöintiä, koska osaa kerroksista ei tarvitse renderöidä välttämättä uudelleen.

Efektien käyttö kuten taustan sumennus on nopeampi tehdä kompositiovaiheessa, kuin että käytettäisiin hidasta syväepäterävyys efektiä renderöintivaiheessa. Tasoil- le voidaan myös käyttää erilaisia renderöintilaatuun vaikuttavia asetuksia, joilla nopeutetaan renderöintiä.

3.3 Hyödyt

Multi-pass renderöinnistä on muun muassa seuraavia etuja:

- **Muutokset** voidaan tehdä joko ilman uudelleen renderöintiä tai pienellä muutos renderöinnillä. Jos varjot ovat liian tummat tai väärän väriset voidaan ne säätää jälkikäsitelyssä.
- **Sulauttaminen**, varjojen ollessa jo valmiiksi renderöity kuvaan emme voi vaikuttaa niihin enää jälkikäteen helposti.
- **Heijastukset**, voidaan renderöidä keskinkertaisilla asetuksilla ja sumentaa ne jälkikäsitelyssä.
- **Bump Maps**, voidaan säätää jälkikäteen, bump map on osa heijastus tai highlight pass.
- **Glow**, voidaan luoda jälkikäteen helposti yksinkertaisesti sumentamalla ja valottamalla specular pass, reflection pass.
- **Depth Of Field**, voidaan luoda kätevästi käyttäen hyväksi Depth Passia.
- **Säästetään muistia ja renderöinti tehoja**, tehottomampi kone kykenee renderöimään yhden passin nopeammin kuin kokokaan koko kuvan.

Renderöimällä kuvasta Passeja voidaan jälkikäteen suhteellisen helposti muuttaa kuvasta sävyjä ja tehdä kuvaan efektejä, jotka kohdistuvat juuri oikeaan paikkaan, ilman turhaa uudelleen renderöintiä.

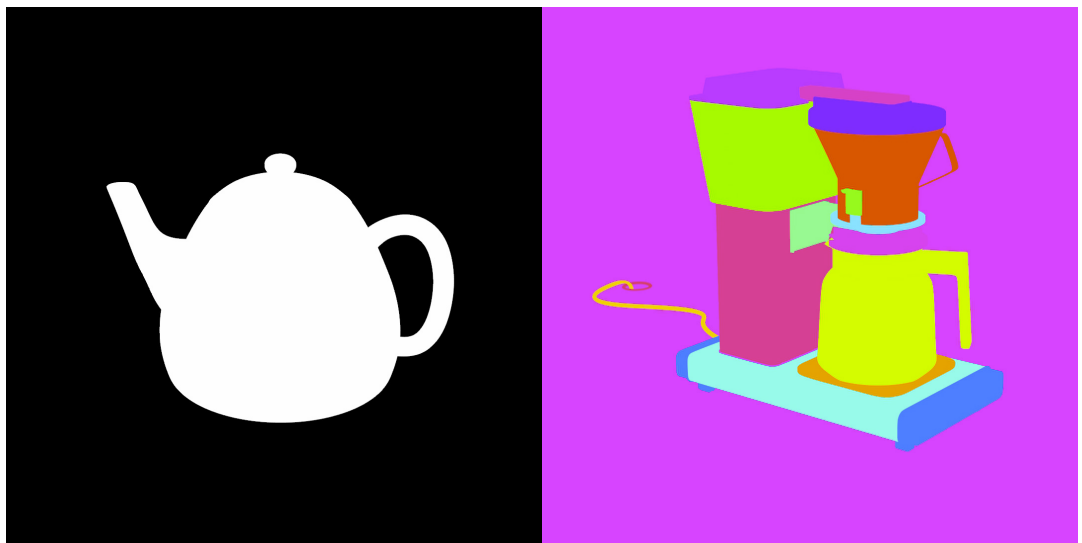
Tyypillisesti arkkitehtuuri ja tuotekuvia koostettaessa kuvankäsittelyohjelmalla, kuten Adobe Photoshopilla, käytetään melko niukkaa Passi määrää. Yleensä riittävät seuraavat Passit:

- Matte Pass (Object ID, Surface ID)
- Beauty Pass (Final Pass)
- Diffuse Shading (yleensä myös varjot mukana)
- Specular Shading
- Reflection Shading
- Ambient Occlusion (AO)
- Depth (Z-Depth)

(Birn 2006, 339 - 340; Christiansen 2011, 407.)

3.4 Matte Pass

Matte Pass on maski eli peite-elementti, jolla kyetään erottamaan kuvasta haluttu osa erilleen. Tämä helpottaa kompositoinnin ja jälkikäsittelyssä tehtyjen toimintojen kohdistamista tiettyyn alueeseen. Matte maskin tekemiseen kuvankäsittelyssä helpottaa myös kuvasta renderöity RGB-maski, jolloin ei välttämättä erikseen tarvitse renderöidä mustavalkoista matte maskia, vaan kuvankäsittely ohjelmassa voidaan esimerkiksi, Color Range -työkalun avulla valita haluttu väri (Kuva 12). (Birn 2006, 338 - 339; 3DTotal Team 2011, 90, 96 - 97; Brinkmann 2008, 450.)



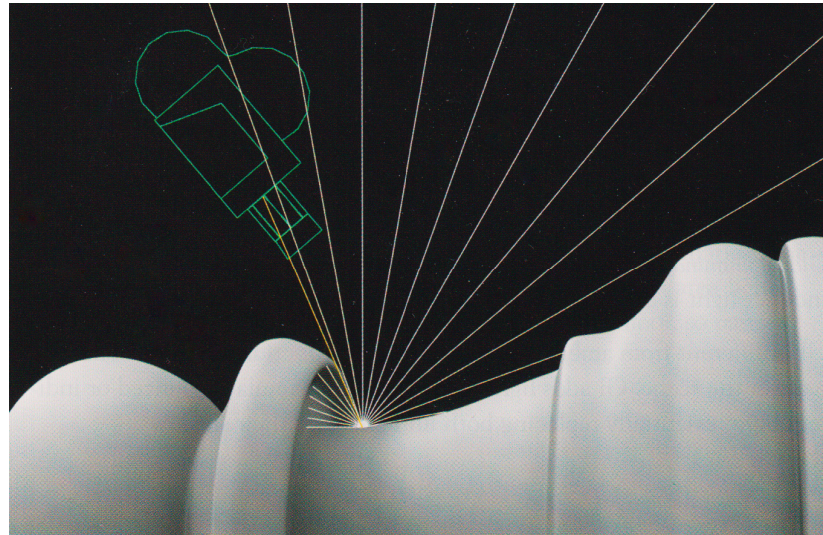
KUVA 12. Matte Pass ja objekti kohtainen värillinen, Object ID Pass. (3DTotal Team 2011, 90, 96 - 97.)

3.5 Ambient Occlusion

Ambient Occlusion, lyhyemmin AO, on varjostusmetodi, jonka varjostusominaisuudet perustuvat lähekkäin oleviin kappaleisiin ottaen huomioon näiden etäisyyden toisistaan. AO simuloi epäsuoraa valaistusta, mutta ei kuitenkaan ota huomioon todellista epäsuoran valaistuksen laskennassa tapahtuvaa säteen kimpoamista tai valojen vaikutusta. Tästä johtuen se on erittäin nopea laskea verrattuna todelliseen epäsuoraan valaistukseen. (Global Illumination, GI). (Birn 2006, 73 -77; Yot 2010, 56; Berto 2005; Bloch. 2007, 310 - 311.)

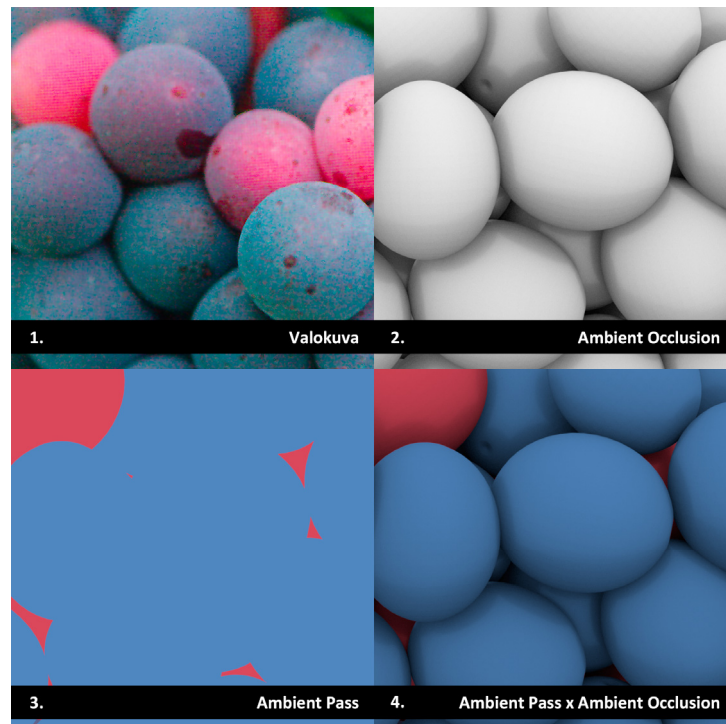
Ambient Occlusionin perusidea on siinä, että kameran näkemän kappaleen pinnan jokaisesta pisteestä lähetetään säde. Säteen matka joko katkeaa tai jatkaa matkaansa etäisyyteen. Säde siis tutkii matkan aikana löytyneet kappaleet: mitä lähempänä lähtöpistettä geometriaa löytyy, sitä enemmän lähtöpiste tummenee. Yleensä sä-

teiden maksimietäisyyden voi säätää, jolloin vain tällä määritellyllä etäisyydellä olevien kappaleiden pinnat tummenevat. Kuva 13 havainnollistaa kuinka säde muodostaa geometrian pinnalle puolipallon muotoisen alueen josta säde lähtee matkaan. Säteen kohdatessa geometriaa varjostetaan säteen lähtökohtaa tummemmaksi sen suhteen mitä lähempänä säde kohtasi geometriaa. (Birn 2006, 73.)



KUVA 13. Ambient Occlusion. (Birn 2006, 73.)

Ambient Occlusionia voidaan käyttää joko yksinään simuloidea epäsuoraa valaistusta tai vain vahvistuksena tälle, jolloin kappaleiden muotoviivat saadaan paremmin esille. Kuten kuvasta 14 huomataan.



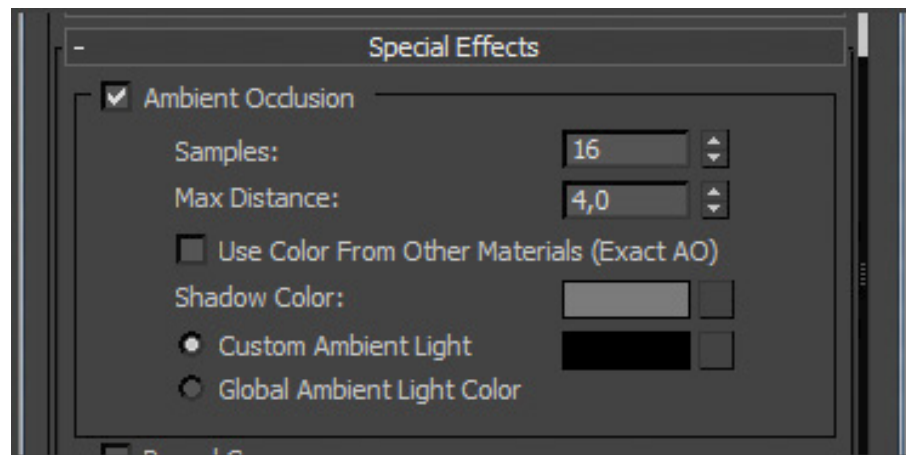
KUVA 14. Kuvassa olevat rypäleet kuvaavat, kuinka lähekkäin olevat pinnat tummenevat mitä lähempänä ne ovat toisiaan. (Yot 2010, 56.)

Ambient Occlusion simuloi pilvisen päivän valaistusolosuhteita erittäin todentuntuisesti saaden varjot näyttämään pehmeiltä. Monissa tapauksissa tällä pystytään korvaamaan epäsuora valaistus kokonaan. Esimerkkikuva 15 havainnoi tätä erittäin hyvin.



KUVA 15. Ambient Occlusion esimerkki. (Brinkmann 2008, 449.)

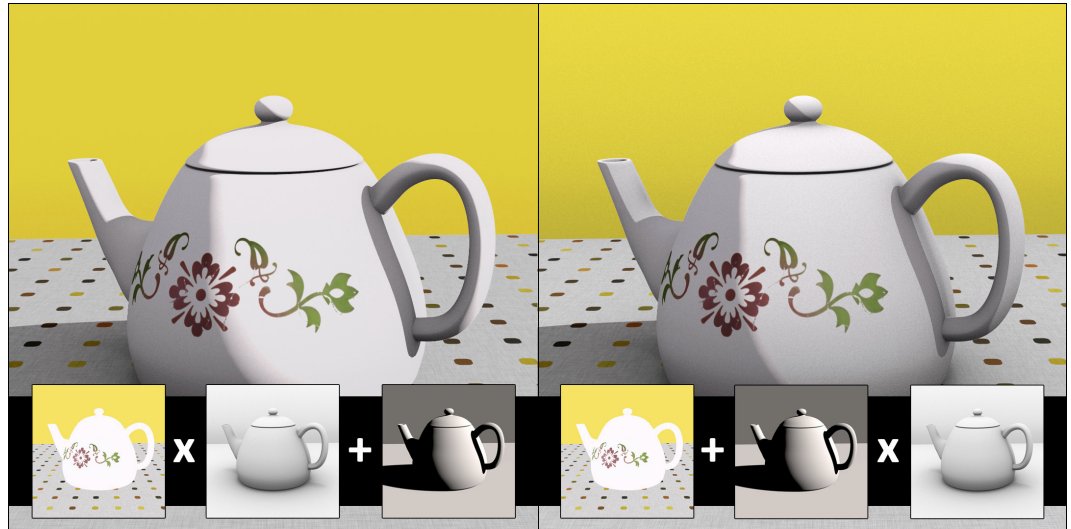
Ambient Occlusion on myös monesti lisätty renderöinti ohjelmistojen käyttämiin materiaaleihin, kuten Mental Ray:n Arch & Design -materiaaleihin, jossa sitä voidaan sekoittaa mukaan materiaaliin. Etuna tässä menetelmässä on ainakin nopeus sillä AO-passia ei tarvitse kompositoida erikseen, vaan se lasketaan suoraan materiaaliin. Arch & Design AO asetusvalikko näkyy kuvassa 16.



KUVA 16. Mental Ray Arch & Design -materiaalin Special Effects lisävalikko. (Autodesk. 2012.)

Ambient Occlusion lisätään tavallisesti jälkikäteen kompositoinnin yhteydessä käyttäen Multiply-sekoitustilaa. Kun halutaan lisätä kontakti varjojen selkeyttä tai muuten korostaa kappaleen muotoviivoja. Ambient Occlusion Pass on yksi käytetyimmistä, Depth ja Matte Pass:in lisäksi, kun on kyse still kuvien käsittelystä.

On huomioitava, että vaikka varsin yleisesti Ambient Occlusion lisätään vasta lopullisen kuvan päälle, mikä on teoriassa väärin. Ambient Occlusion ei ota huomioon suoraa valaistusta, ja jos se lisätään vasta suoran valaistuksen jälkeen tulee kuvasta likaisen oloinen. Toki taiteellisen vapaus sallitaan. Alla kuvassa 17 vasemmalla näkyy oikein yhdistetty yhdistelmä ja oikealla teoriassa väärin tehty kombinaatio jonka tuloksena valo likaantuu. Tämä likaantuminen näkyy varsinkin kannun nokassa. (Andersson, 2008.)

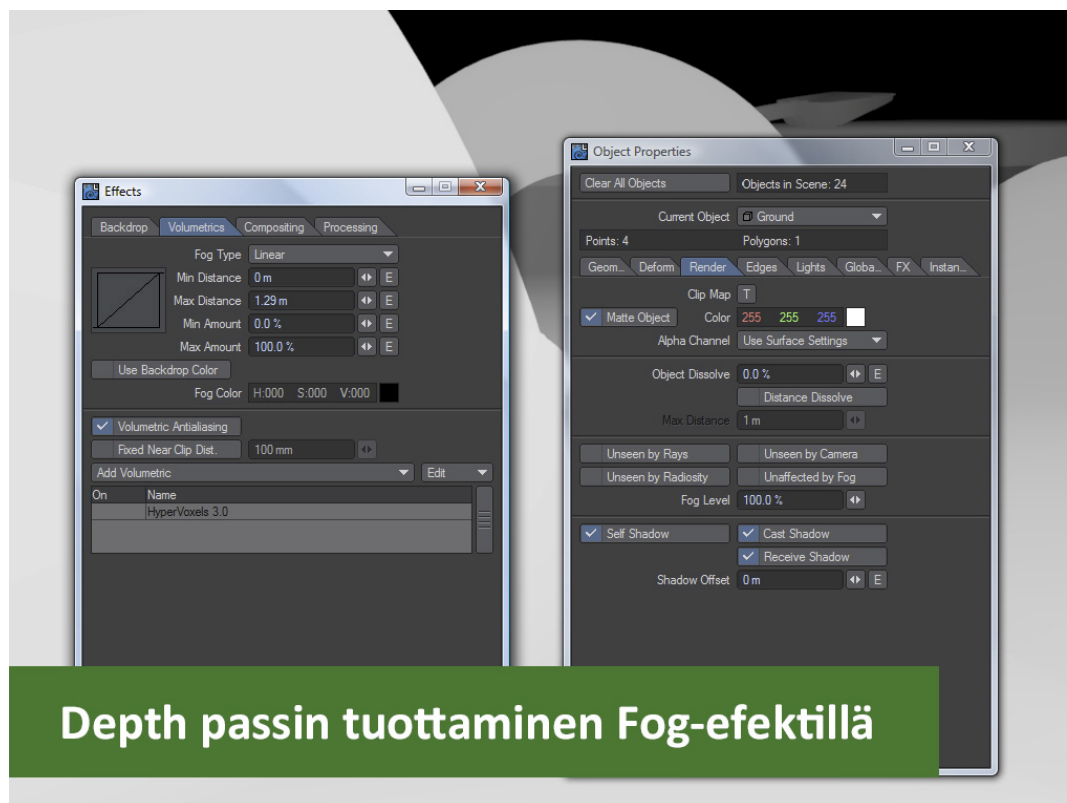


KUVA 17. Esimerkki "likaantumisesta" Ambient Occlusion Pass:n yhteydessä. (Andersson, 2008.)

3.6 Depth Pass

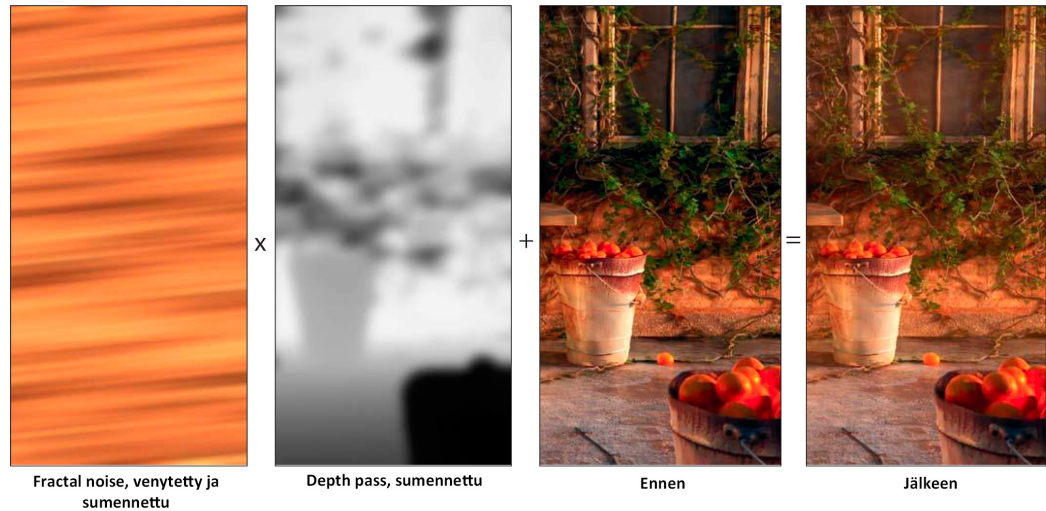
Depth Pass on harmaasävy kuva, johon on tallennettu jokaisen pisteen etäisyys kamerasta katsottuna. On parempi käyttää 32-bittistä kuvaa kuin 8-bittistä, sillä 8-bittinen harmaasävy kuva ei sisällä kuin 256 syvyysarvoa. Täydellä 32-bittisellä tarkkuudella saavutetaan 4,294,967,295 syvyysarvoa.

Depth Pass voidaan tuottaa monella eritavalla. Fog-efektin käyttö Depth Passin tuottamiseen on melko yleinen ja nopea tapa. Kappaleet määritellään Matte- eli maskiobjekteiksi, taustan väri valitaan halutuksi ja lopuksi säädetään Fog -efektin asetukset. Etuna menetelmässä on näytöllä nähtävä kuva siitä, miltä passi tulee näyttämään (Kuva 18). Depth Pass voidaan myös luonnollisesti maalata käsin tai tuottaa myös muilla tavoin kuin suoraan renderöimällä. Depth Passia voidaan jälkikäteen vielä muokata ja säätää, esimerkiksi Photoshopin Levels tai Curves -työkalulla. (Bloch 2007, 311; Brinkmann 2008, 437 - 448.)



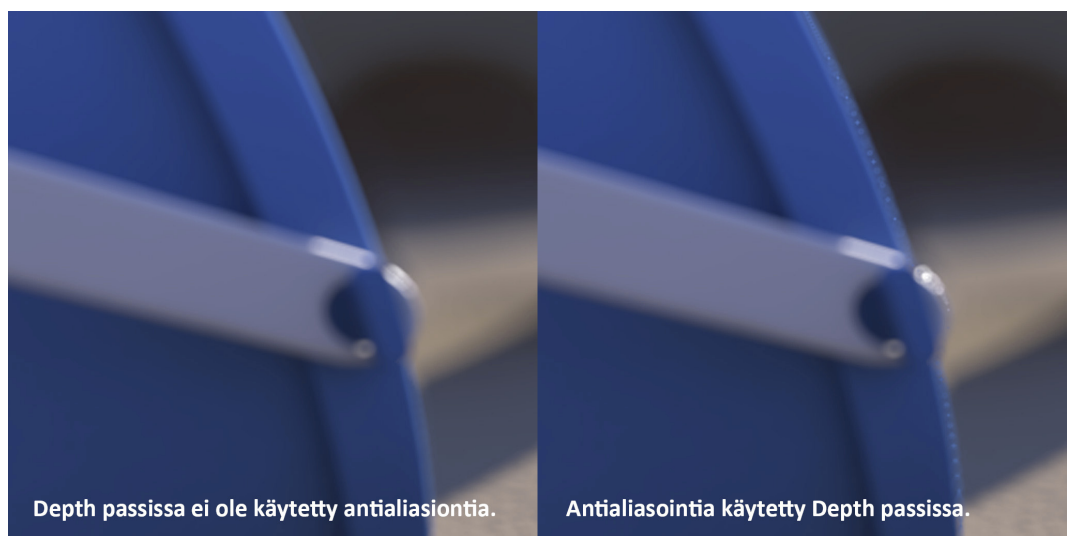
KUVA 18. Depth Passin tuottaminen Fog-efektillä, LightWave 11 ohjelmalla.

Depth Passia voidaan käyttää monella tapaa, kuten atmosfäärisiin tehosteisiin, sumuun, pölyyn, savuun sekä värisävyn muutoksiin etäisyyden mukaan, luoden atmosfääristä perspektiiviä kuvaan (Kuva 19), Fractal noise on lisätty Multiply sekoitustilalla Depth passiin ja näin on saatu kuvaan usvainen tunnelma. (Birn 2006, 364; Yot 2010, 38; Bloch 2007, 311 - 313.)



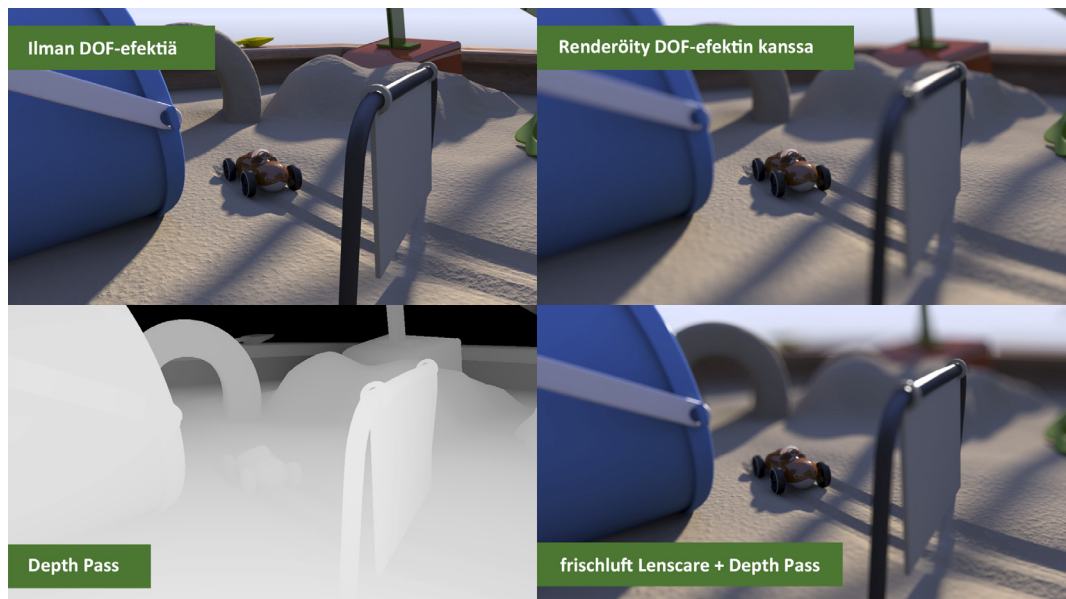
KUVA 19. Depth Pass ja usva.

Depth Passin käytöstä syväepäterävyyden tuottamisen osalta on tärkeä muistaa olla käyttämättä antialiasointia, koska reunoilla olevat harmaasävyepikselit vääristävät etäisyysinformaatiota ja aiheuttavat näin virhettä prosessoinnissa. Kuvassa 20 syvyysinformaatio on hieman vääristynyt antialiasoinnista johtuen aiheuttaen pientä virhettä reuna-alueille. (frischluft 2012, 27 - 29.)



KUVA 20. Antialiasointi eli reunapehmennys vääristää Depth Passin syvyysinformaatio.

Alla oleva kuvasarja 21 on esimerkki siitä, kuinka syväepäterävyyssefekt on tuotettu frischluft Lenscare, Photoshop -liitännäisellä. Valmistajan mukaan liitännäinen hyödyntää ainoastaan 256 erilaista harmaasävytasoa. Vaikka kuvat olisivat 16 tai 32-bittisiä, on käytössä ainoastaan tuo 256 tasoa. Valmistaja myös toteaa 8-bittisen sumennusefektin olevan helpommin käsiteltävissä johtuen sumennus efektin luonteesta. 8-bittinen depth pass riittää hyvin yksittäiseen kuvaan, mutta kun halutaan kompositoida esimerkiksi Depth Passin avulla eri etäisyydellä olevien kappaleiden väliin jotain, on tällöin käytettävä 32-bittistä tarkkuutta. (frischluft 2012, 14; Bloch 2007, 311.)



KUVA 21. Esimerkki, Depth Pass ja syväepäterävyys.

Kun luodaan jälkikäteen Depth Passin avulla syväepäterävyyssefektä kannattaa muistaa, ettei se ota huomioon läpinäkyvien kappaleiden takana olevaa geometriaa, tällöin on tarpeen jakaa kuva etäisyyksien mukaan eri tasoiksi.

3.7 Diffuse Pass

Diffuse Pass (Kuva 22) on värillinen versio renderöidystä kuvasta, joka sisältää valaistuksen, värin sekä tekstuurit. Heijastukset, kiillot ja varjot eivät sisälly tähän Passiin. Koska kuitenkin passi sisältää valonlähteen tuottaman valaistuksen on kappaleen pinta kirkkaampi suunnasta, josta valo lankeaa kappaleeseen. (Birn 2006, 348.)

Diffuse Pass ei sisällä Reflection ja Specular Passien informaatiota. Jotkut renderöintiohjelmat renderöivät Diffuse Passiin mukaan myös varjot, Occlusionin sekä epäsuoranvalaistuksen, joten nämä täytyy eliminoida tai laittaa pois päältä siksi aikaa. On tosin erittäin yleistä, että kuvan kompositoinnin ja jälkikäsittelyn yhteydessä Diffuse Pass sisältää myös heittovarjot.



KUVA 22. Diffuse Pass

3.8 Reflection Pass ja Specular Pass

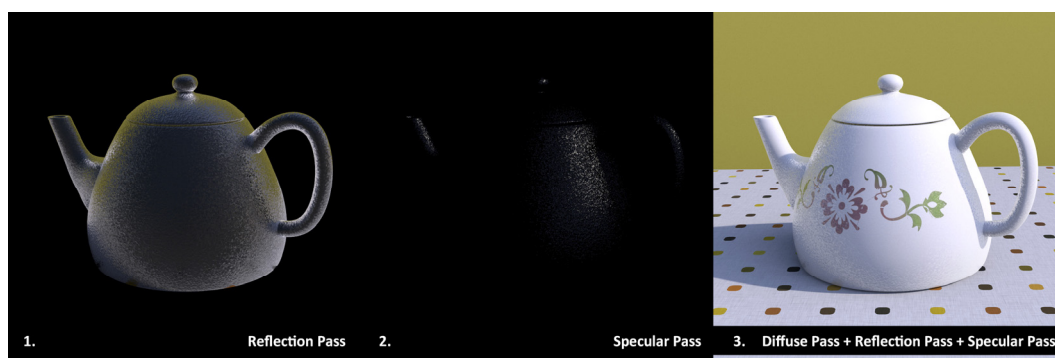
Reflection Pass voi sisältää mallien heijastukset itsestään, toisista objekteista tai heijastukset ympäröivästä maailmasta. Jälkikäsittelyä varten on usein tarpeellista renderöidä useita Reflection Passeja, etenkin jos halutaan eristää eri kappaleiden heijastukset toisistaan. (Birn 2006, 350.)

Specular Pass tai Highlight Pass kuvassa 23, sisältävät valojen aiheuttamat heijastukset objektissa. Bump map vaikuttaa näiden Passien muodostumiseen ja koska nämä lisätään Diffuse Passin päälle, voidaan tätä käyttää hyödyksi, jos on tarvetta muuttaa kappaleen pintaan muodostuvia kiiltoja, kuten kuvassa 24 on tehty.

Reflection ja Specular Passit vaikuttavat, kappaleen kiiltoon ja näin jälkikäsitellyssä voidaan kontrolloida kappaleen kiillon määrää. Myös erilaisten hohto efekti-
en tekeminen on helppoa näiden avulla, lisäämällä monistettuun Specular Passiin
hieman sumennusta. (Birn 2006, 349.)



KUVA 23. Reflection Pass ja Specular Pass.



KUVA 24. Reflection Pass sekä Specular Pass renderöity uudelleen, jonka jälkeen nämä on yhdistetty jälkikäteen Diffuse Passiin, jossa mukana myös varjot.

Kuvassa 24, Reflection Pass ja Specular Pass on renderöity uudelleen, jonka jälkeen nämä on yhdistetty varjot sisältävään Diffuse Passiin (Diffuse Shading Total), näin mallissa esiintyviä heijastuksia on voitu nopeasti muuttaa toisenlaiseksi.

Reflection ja Specular Pass yhdistetään valmiissa kompositiossa yleensä Add -operaatiolla, Photoshopissa Add-operaatiota vastaa Linear Dodge -sekoitustila. Add-operaatiossa vain vaaleammat alueet kirkastuvat, eikä tummia pikseleitä oteta huomioon.

Reflection ja Specular Pass on myös mahdollista yhdistää käyttämällä Screen -sekoitustilaa. Yhdistämistavassa on kuitenkin hieman eroa Add-operaatioon. Screen-sekoitustilaa käyttämällä täysin valkoinen pikseli pysyy valkoisena, mutta keskisävyin pikseli 0.5 saa arvon 0.75, mikä taas ei vastaa Add-operaation täyttä

valkoista 1.0. Normaalissa videoväriavaruudessa Screen-sekoitustila voi olla sopivaa, koska sävyt eivät pala helposti puhki. On kuitenkin suositeltavaa käyttää Add-operaatiota, kun käytetään lineaarista sekoitusta 1.0. (Christiansen 2011, 98 - 100; Birn 2006, 350.)

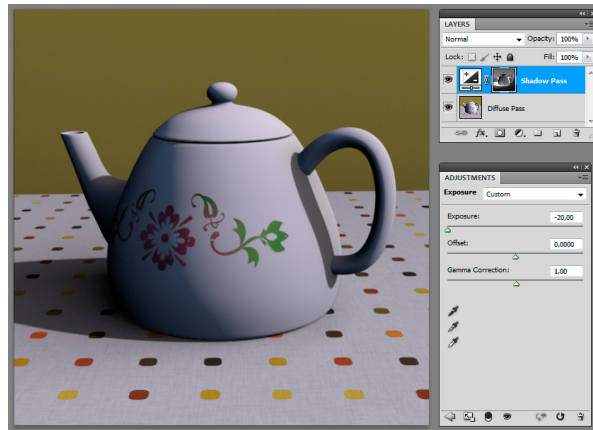
3.9 Shadow Pass

Shadow Pass sisältää valonlähteen muodostaman varjon (Kuva 25). Se voi näyttää ensi alkuun oudolta, sillä useimmiten valkoinen määrää varjot ja musta väri taustan. Shadow Pass voidaan tehdä jokaiselle valolle erikseen, mikä onkin suotavaa, jos halutaan kontrolloida valojen tuottamia varjoja jälkikäteen. Useamman valon aiheuttamat varjot samassa Passissa ei mahdollista näiden erottelua erilleen. Jos kuitenkin halutaan valojen aiheuttamat varjot samaan Passiin voidaan käyttää joka valolle erivärisiä varjoja. Mutta näiden erottelu ei sekään ole kovin helppoa. (Birn 2006, 353 -357.)



KUVA25. Shadow Pass.

Shadow Pass voidaan yhdistää Photoshopissa Diffuse passiin, käyttämällä tätä maskina Exposure-säätötasolla, kuten kuvassa 26. Toinen tapa on muuttaa Shadow Pass käänteiseksi eli musta on varjoa ja valkoinen taustaa. Tämän jälkeen Shadow Pass liitetään Multiply-sekoitustilaa käyttäen alemman Diffuse Pass -tason päälle. (Birn 2006, 353 -357.)



KUVA 26. Shadow Pass Exposure -säätötason maskina.

3.10 Ambient Pass (Color Pass, Raw RGB)

Ambient Pass esiintyy kuvassa 27, tästä käytetään myös nimityksiä Color Pass ja Raw RGB pass. Ambient Pass näyttää renderöidyn kuvan värin ja pinnan tekstuurit juuri sellaisena kuin ne esiintyvät ennen varjostusta. Ambient Pass on tasaisesti valottunut ja sävyttynyt. (Birn 2006, 358.)

Ambient Pass soveltuu hyvin vahvistamaan kuvan värejä, jotka saattaisivat heikentyä kompositio vaiheessa. Ambient Occlusion Passin yhdistäminen Multiply sekoituksella Ambient Passiin luo pehmeät varjot kuvaan ja näin saa kuvaan elävyyttä (Kuva 27). (Christiansen 2011, 408.)

Ambient Pass soveltuu erinomaisesti Ambient Occlusion Passin kanssa käytettäväksi, sillä Ambient Occlusion ei ota huomioon valonlähteen suuntaa. (Anderson, 2008.)



KUVA 27. Ambient Pass * Ambient Occlusion Pass.

3.11 Beauty Pass, Incidence Pass, Light Pass, GI Pass, Normal Pass

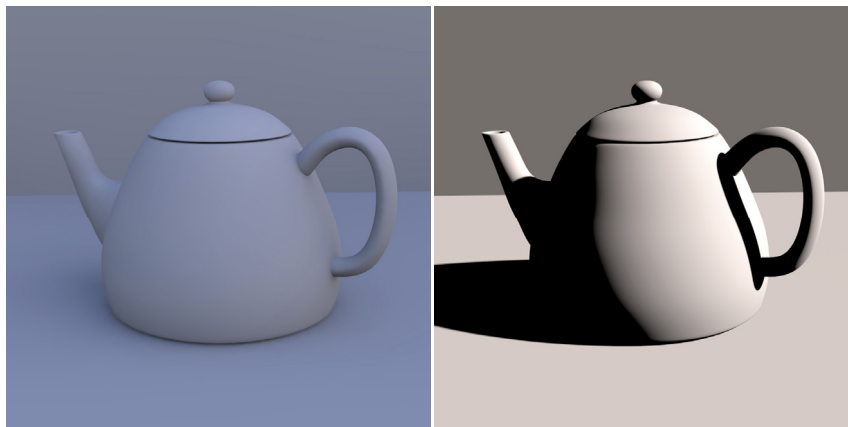
Erilaisia Pass renderöintejä voidaan kuvasta ja kappaleesta tehdä rajattomasti ja vain luovuus määrittää, mihin ja miten niitä hyödynnetään lopullisen kuvan kompositio vaiheessa.

Beauty Pass (Kuva 28) on renderöntiohjelman tuottama kuva, joka sisältää käytännössä kaikki suoraan renderöitävän kuvan sisältämät Passit. Beauty Pass toimii hyvänä referenssinä, kun kuvaa koostetaan erilaisista Passeista. (Birn 2006, 306 - 307; Brinkmann 2008, 450.)



KUVA 28. Beauty Pass

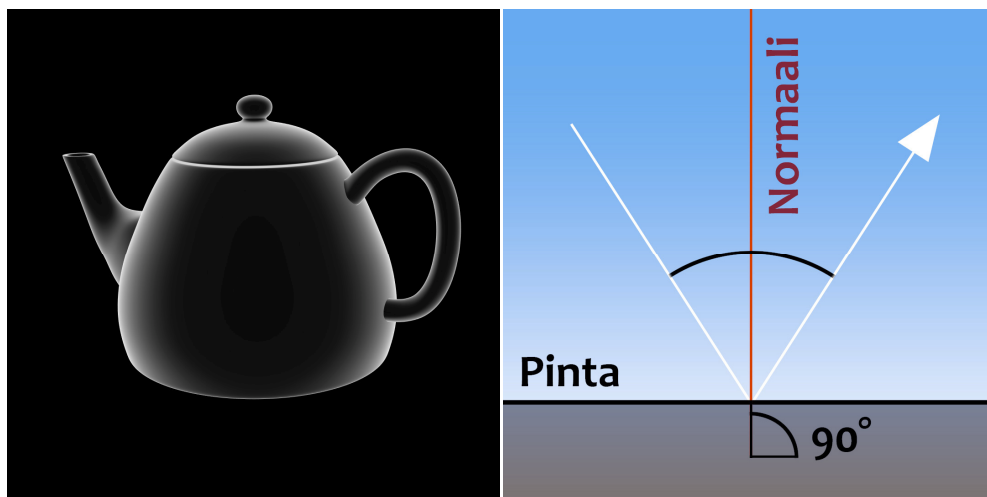
Valaistuksesta voidaan tehdä omat Passinsa. Tämä tarjoaa mahdollisuuksia lopullisen kuvan valaistuksen säätöön. Epäsuorasta valaistuksesta sekä aurinkona toimineesta valosta on eristetty omat Passit, jotka näkyvät alla kuvassa (Kuva 29). Näiden avulla voidaan hallita kompositio vaiheessa kuvan valaistusta. Nämä yhdistetään Additiivisesti tai jossain tapauksessa Multiploimalla. (Birn 2006, 366 - 368.)



KUVA 29. Vasemmalla epäsuoran valaistuksen, **Global Illumination Pass** ja oikealla erillinen **Light Pass** suorasta valaistuksesta.

Incidence Pass:ia (Kuva 30) voidaan hyödyntää, kun halutaan simuloida esimerkiksi takaa tulevaa valoa. Tämä sopii myös Fresnel-efektin simulointiin. Fresnel-efekti tarkoittaa valon heijastumista materiaalista.

Kuvassa 30, oikealla punainen viiva osoittaa pinnan normaalia. Kohtisuoraan katsottuna edestä heijastusta ei nähdä, kun katselukulma muutetaan loivemmaksi pintaan nähden, pinnan heijastus kasvaa, aivan kuten vasemmalla oleva Incidence Pass näyttää. Lähes jokainen materiaali heijastaa valoa tällä tavalla. Metallit heijastavat lähes joka kulmasta katsottuna, joten niillä on matala Fresnel -vaikutus. Lasilla on puolestaan suuri Fresnel-vaikutus. Kappaleen pyöristetyt reunat vaikuttavat suuresti Fresnel-efektin syntyyn, koska pyöreä kappale kykenee heijastamaan valoa laajasta kulmasta. (Birn 2006, 254 - 256; Yot 2010, 87.)

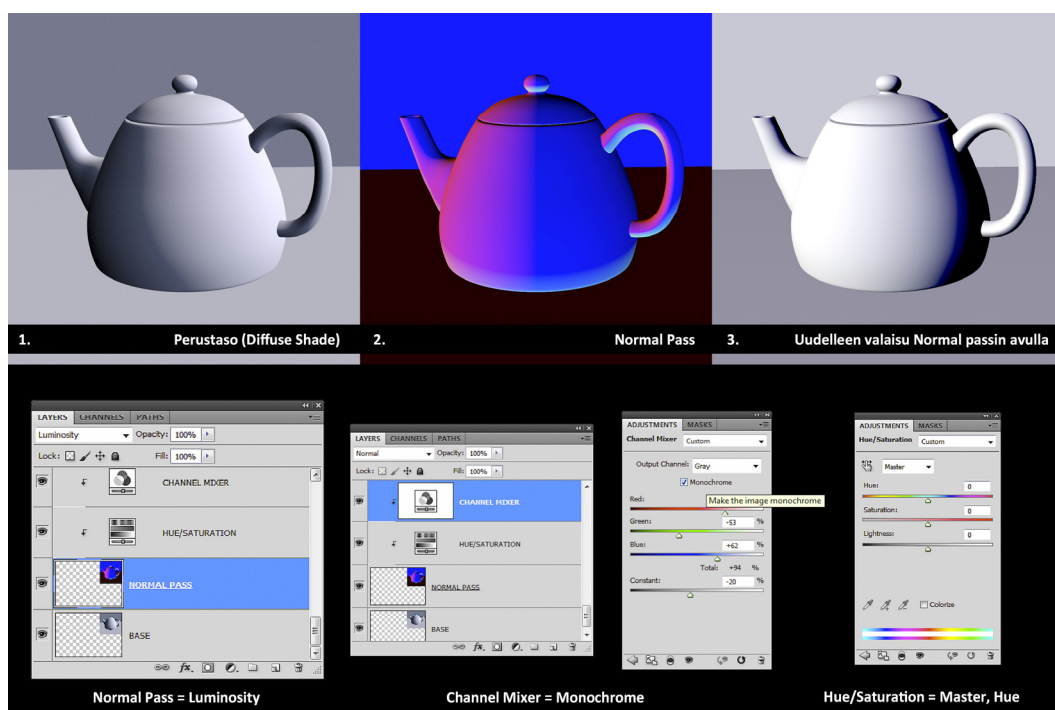


KUVA 30. Incidence Pass, kutsutaan myös nimellä, Fresnel Pass tai Mirror Pass. Oikealla fresnel efektin toiminta, kun katselukulma pintaan nähden kasvaa, suurenee myös heijastus. (Yot 2010, 87.)

Normal Pass (Kuva 31) on vähemmän käytetty passi, jälkikäsitteilyssä. Sitä voidaan esimerkiksi hyödyntää kappaleen uudelleen valaisuun. Normal Passeja on hieman erilaisia, kuten *world-space*, *object-space*, *camera-space* ja *tangent-space*. Kaikki nämä soveltuvat käytettäväksi kuvan uudelleen valaisuun, mutta on suositeltava käyttää camera-space normal passia, kuten esimerkikuvassa (Kuva 30), on käytetty. Varjopuolena on juuri varjojen puuttuminen, kun kappaletta valaistaan uudelleen. Adoben After Effect kompositointi ohjelmaan on olemassa ilmainen Normality-liitännäinen, jolla kyetään melko monipuolisesti muuttamaan kappaleen valaisua ja pinnan ominaisuuksia. Adobe Photoshop tarjoaa myös mahdollisuuden valaista kappaletta, kun hyödynnetään säätötasoja (Kuva 31). Normal

Pass kannattaa ehdottomasti tallentaa vähintään 16-bittisenä per kanava. Näin informaatiota on enemmän jäljellä ja lopputulos parempi.

Kuvan 31 uudelleenvalaisu on toteutettu renderöimällä pohjatasoksi Diffuse Shading Pass, joka ei sisällä tekstuureita. Normal Pass on sekoitettu tämän tason päälle käyttäen Luminosity-sekoitustilaa. Lopuksi on luotu säätötasot Channel Mixer ja Hue/Saturation siten, että Channel Mixer on päällimmäisenä, se myös asetetaan toimimaan Monochromaattisesti. Tämän jälkeen säätötasojen avulla voidaan vaihtaa valon käyttäytymistä kappaleen pinnalla. Hue/Saturation -tason Master kanavan Hue-liukusäädin sopii tähän tarkoitukseen erinomaisesti. (Birn 2006, 368 - 369; Minning 2012; Sokol 2011.)



KUVA 31. Normal Pass ja uudelleenvalaisu Adobe Photoshopissa.

Edellä mainitut ovat yleisiä jälkikäsittelyssä käytettyjä passeja, kun käytetään kuvankäsittelyohjelmaa kuvan kompositointiin. Tosin Normal Pass on vähemmän käytetty, kun kyseessä on kuvankäsittelyohjelmalla toteutettu jälkikäsittely sekä kompositointi.

3.12 Alpha kanava

Alpha kanava on harmaasävykuva joka määrittää kuvan läpinäkyvät kohdat. Alpha kanavan valkoinen pikseli tai arvo 1 vastaa tilaa jossa kuvan läpi ei nähdä. Musta tai arvo 0 määrittää tilan missä kuvan läpi voidaan nähdä täysin. Näiden välillä olevat arvot määrittävät siten läpinäkyvyyden.

Kuvissa joissa on Alpha -kanava, voi tämä läpinäkyvyyttä koskeva tieto olla tallennettu kahdella eritavalla, Straight Alpha tai Premultiplied Alpha.

Straight Alpha kanavaa käyttävissä kuvissa on läpinäkyvyys informaatio tallennettu ainoastaan kuvan Alpha kanavaan. Kuvan RGB -kanavissa ei ole tietoa läpinäkyvyydestä. Kuvan RGB -kanavat eivät näin ollen sisällä reunapehmennystä, ennen kuin nämä kaksi on yhdistetty (UnMatted).

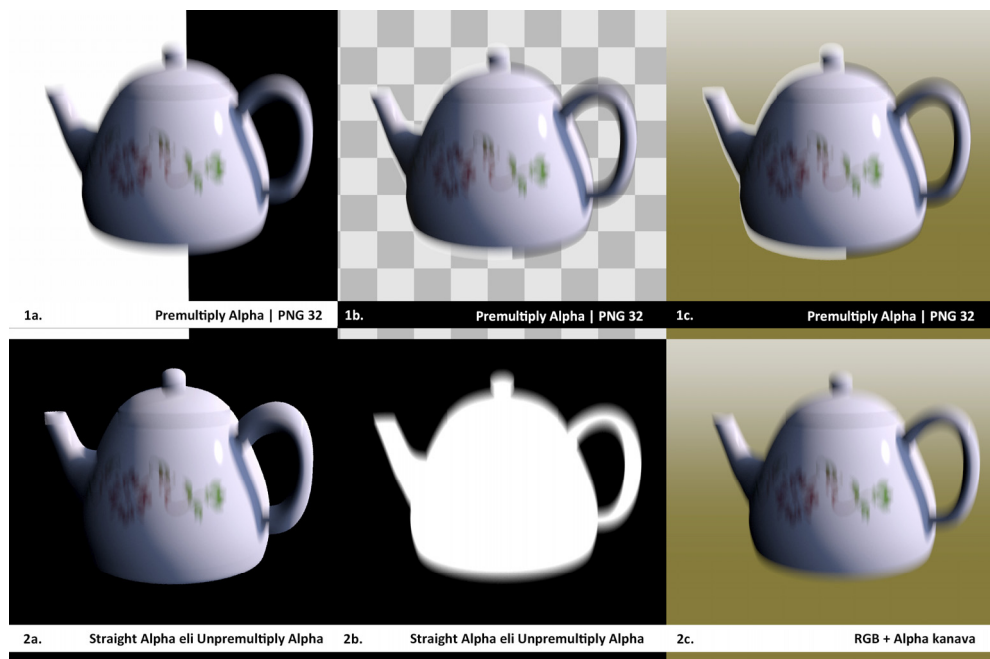
Premultiplied Alpha, määrittää läpinäkyvyys informaation myös kuvan RGB -kanaville. Läpinäkyvyyden vaikutus näkyy RGB -kanavissa siten, että puoliksi läpinäkyvät pikselit ovat Multiploitu kuvan taustanväriin (Matted with Color). Yleensä tämä väri on musta tai valkoinen, joissain ohjelmissa taustaväriin voi vaikuttaa.

Hyvin monet renderöintiin tarkoitetut ohjelmat käyttävät Premultiply Alpha kanavia. Yleinen käytäntö on renderöidä kuvat mustaa taustaa vasten. Renderöitävän kappaleiden reunapehmennys ja taustan mustan värin vaikutus näkyy siis myös värikanavissa. Tämä täytyy ottaa huomioon, kun renderöity kuva kompositoidaan toisen kuvan päälle.

Kuvassa 32, havainnoidaan tilannetta, jossa tippuva kappale on tarkoituksella renderöity musta-valko raidallista taustaa vasten, jotta erot näkyisivät selvästi.

Ylärivissä kuvassa on käytetty Premultiply Alpha -kanavaa, alarivissä Straight Alpha -kanavaa. Liitettäessä renderöityä kuvaa toisenlaisen taustan päälle, huomataan, että Premultiply Alpha:a käyttävä kuva ei istu taustan päälle oikein. RGB-kanavissa oleva tieto alkuperäisen taustan väristä tulee tällöin esiin.

Straight Alpha -kanavaa käyttävässä kuvassa ongelmaa ei näy, koska läpinäkyvyyss-tieto on ainoastaan alpha -kanavan tiedossa, tilanne vastaa Photoshopin tapaa käyttää maskeja. Adobe Photoshop myös olettaa kaikkien kuvien olevan Straight Alpha -kanavalla varustettuja.



KUVA 32. Premultiply ja Straight Alpha -kanavan erot kompositoinnissa.

Useimmissa renderöinti ohjelmissa on mahdollista renderöidä kuvat käyttäen Straight Alpha -kanavaa. Straight Alpha -kanavan etuina voidaan pitää värikorjauksen tarkkuutta, sillä värikanavan ollessa erillinen on siihen kohdistuvat korjaukset tarkempia. Straight Alpha -kanavan käytössä on myös rajoitteita kompositoinnin yhteydessä, kuten se ettei reunapehmennystä ole, ennen kuin Alpha-kanava on paikoillaan. Myös jälkikäteen suoritettavat operaatiot kuten sumennus voi aiheuttaa ongelmia kuvalle, sillä Alpha-kanavan ja RGB-kanavan keskinäinen suhde voi sekoittua.

Premultiplied Alpha -kanava on yleisempi ja yhteensopivampi muoto eri kompositointiin tarkoitettujen ohjelmistojen välillä. Kompositointiin tarkoitettujen ohjelmien kykenevät käsittelemään molempia muotoja, tämä täytyy vain usein osata kertoa ohjelmalle, ettei ongelmia syntyisi kompositiovaiheessa.

Passit kuten Occlusion ja Shadow jotka kompositoidaan Multiply -sekoitustilassa eivät tarvitse Premultiplied Alpha-kanavaa. (Birn 2006, 342 - 347; Brinkmann 2008, 154 - 182; Christiansen 2010, 410.)

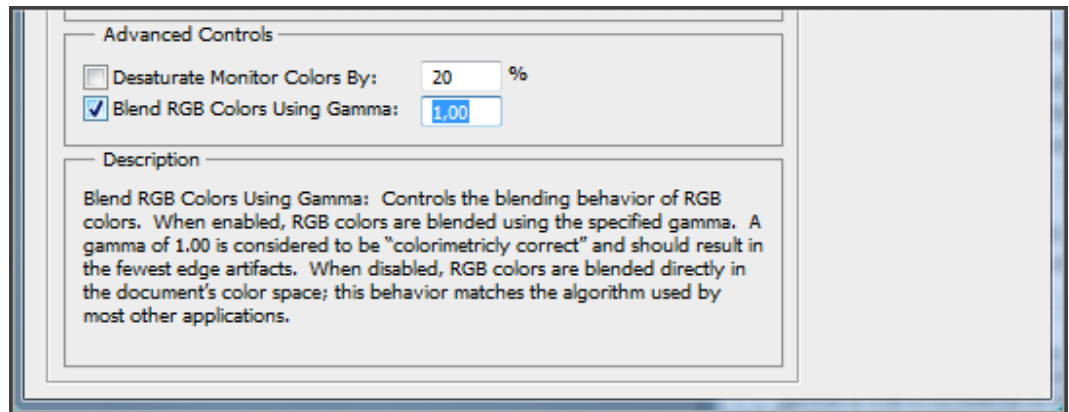
3.13 Kompositointi

Käytettävät Passit voidaan yleensä renderöidä kerralla, valmiin kuvan yhteydessä ja tämä onkin suositeltavaa kun halutaan säästää aikaa. Useimmista renderöinti ohjelmissa löytyy erittäin tehokkaat välineet kuvan jakamiseen eri Passeihin. (Birn 2006, 366.)

Tarkkaa sääntöä Passien lukumäärästä kuvaa kohti ei ole. Kesken kuvan koostamisen voi tulla tarve renderöidä uusia Passeja. Mahdollisuuksia on rajattomasti. Perussääntönä voidaan Passien kompositoinnissa pitää seuraavaa: (Christiansen 2011, 410.)

- Diffuse Passit määräävät pohjan kompositiolle.
- Passit joiden on määrä valaista, kuten Specular ja Reflection passit, yhdistetään Add tai Screen -sekoitustilalla, Diffuse passiin.
- Passit joiden on tarkoitus tummentaa, yhdistetään Multiply tai Darken -sekoitustiloilla.
- Kannattaa pyrkiä hyödyntämään säätötasoja, kuten Exposure, Levels, Curves, jne. Käyttämällä näille Matte Passeja, maskeina.
- Tasojen läpinäkyvyys säätö on myös erittäin oivallinen tapa säätää kunkin Passin voimakkuutta.

Adobe Photoshopista on syytä asettaa Color settings -valikosta löytyvä (Kuva 33), Blend RGB Colors Using Gamma 1.0 aktiiviseksi, jolloin Add ja Multiply -sekoitustilat toimivat luonnollisesti. Eron voi huomata etenkin Occlusion Passin sekä Specular ja Reflection Passien kompositoinnin yhteydessä.



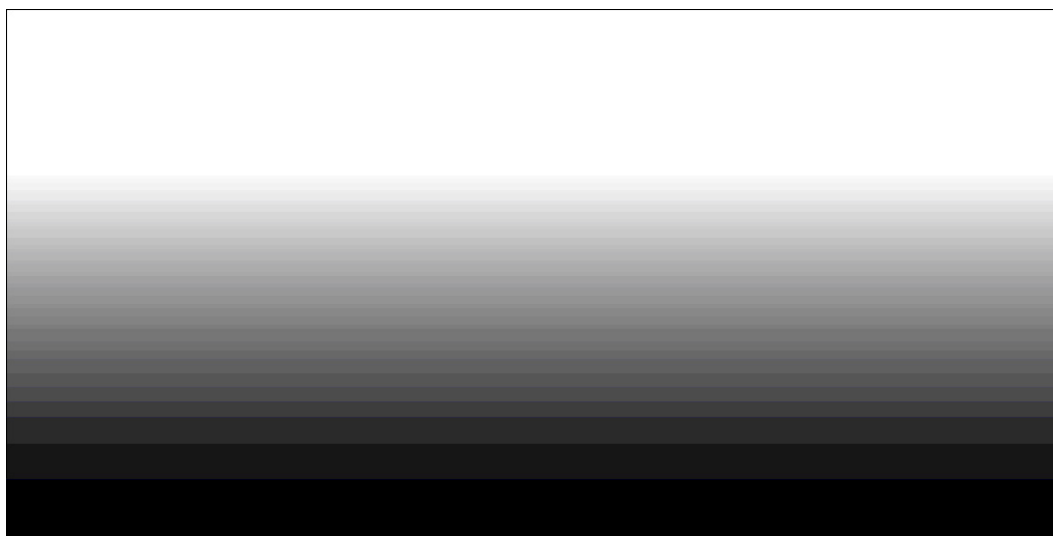
KUVA 33. Adobe Photoshop, Color Settings ja Blend RGB Colors Using Gamma -asetus.

Multi-pass renderointi ei ole tieteellisen tarkka toimenpide, vaan tässä voidaan aivan hyvin käyttää luovaa ajattelua, sekä hakea persoonallista ilmettä kuvalle. Lopputulos on kuitenkin se tärkein, joten kaikki keinot ovat sallittuja. Passit mahdollistavat loputtoman määrän variaatioita kuvan tekoon, oli sitten kyse kuvan luonnollisesta sovittamisesta toiseen ympäristöön, ilmaisullisesta taideteoksesta tai kenties tuotekuvasta jonka halutaan näyttävän houkuttelevalta ja virheettömältä.

4 JÄLKKÄSITTELY JA EFEKTIT

4.1 Digitaalinen väri

8-bittiä per kanava, tarkoittaa yleensä 24-bittistä kuvaa, jossa jokaiselle värikanavalle, punainen, vihreä ja sininen on varattu 8-bittiä eli yhteensä 24-bittiä per pikseli, jos ei oteta huomioon Alpha-kanavaa. Jokaisella värikanavalla on siten 256 eri mahdollista intensiteettiä, yhdessä nämä muodostavat noin 16 miljoonaa erilaista väriä. Vaikka määrä tuntuu suurelta ja usein onkin moniin projekteihin riittävä, se ei tosiasiassa riitä tallentamaan esimerkiksi analogisen filmin saavuttamaa määrää. Eron huomaa etenkin liukusävyissä. Elokuvat käyttävät yleisesti 16-bittiä per kanava olevia kuvia. Alhaalla kuvassa 34, näkyy 8-bittiä per kanavaisen kuvan ongelma, kun kuvan kirkkautta säädetään. Tästä on seurauksena kvantisaatiota, joka johtaa selvien raitojen syntymistä sävyjen välille (Banding). (Brinkmann 2010, 60 - 61; Birn 2006, 240 - 245; Christiansen 2011, 147 - 148.)



KUVA 34. 8-bittiselle kuvalle tyypillinen kvantisaatiosta johtuva raidoitus. (Christiansen 2011, 148.)

16-bittiset värikuvat käyttävät kaksin verroin levytilaa kuin 8-bittiset, mutta samalla tarjoavat laajemman skaalan värisävyjä. Renderöintiohjelmat käyttävät yleensä oletuksena vähintään 16-bittistä ulostuloa. 16-bittisyys mahdollistaa laajemmat ja radikaalimmat sävynsäädöt kuvaan, esimerkiksi kun kuva halutaan muuttaa tunnelmaltaan päivä kuvasta, iltakuvaan. (Birn 2006, 240 - 245.)

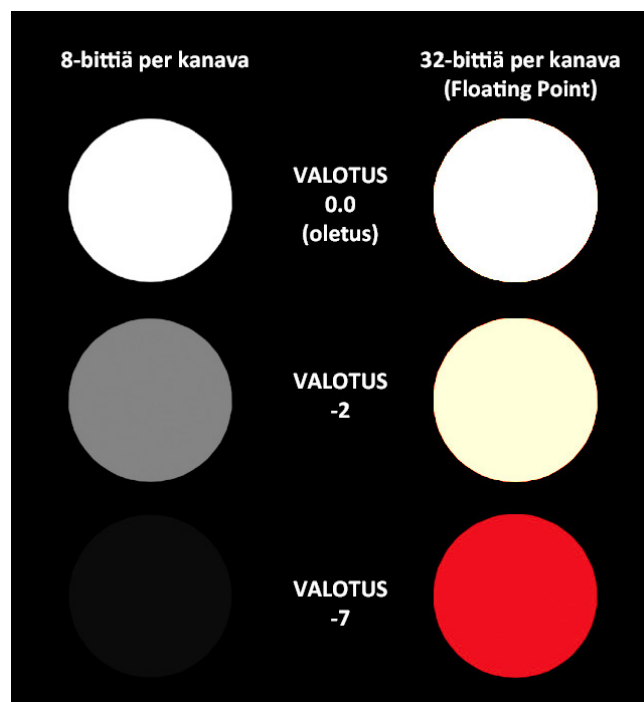
Siirtyminen 8-bittisestä tilasta, 16-bittiseen tilaan, ei tarkoita että kuvan "dynamiikka" kasvaisi, vaan tämä kasvattaa ainoastaan "tarkkuutta", jolla tieto tallenne-

taan. Tämä merkitsee, että 0 (musta) ja 1 (valkoinen) väliltä löytyy enemmän tarkkuutta, mutta arvojen 1 ja 0, ylitys tai alitus ei ole mahdollista, kuten HDR-kuvan tapauksessa.

HDRI eli High Dynamic Range kuvat käyttävät 32-bittiä per kanava. Esimerkiksi NewTek LightWave 3D, renderöi oletuksena kuvat suoraan 32-bittisenä per kanava. Tämä vie neljä kertaa enemmän levytilaa kuin 8-bittiset kuvat. Näin laaja dynamiikka eli kirkkaimman ja tummimman pikselin ero, mahdollistaa jälkikäsitelystä monia säätöjä, joita ei voida helposti tuottaa alemmassa tarkkuudessa.

Kun kuva renderöidään tai tallennetaan 8 tai 16-bittisenä, ylivalottuneet alueet leikkaantuvat tai pyöristyvät arvoon 1 (Clamping), koska tämä on suurin arvo joka voidaan tallentaa kyseisellä bittisyvyydellä olevaan tiedostoformaattiin.

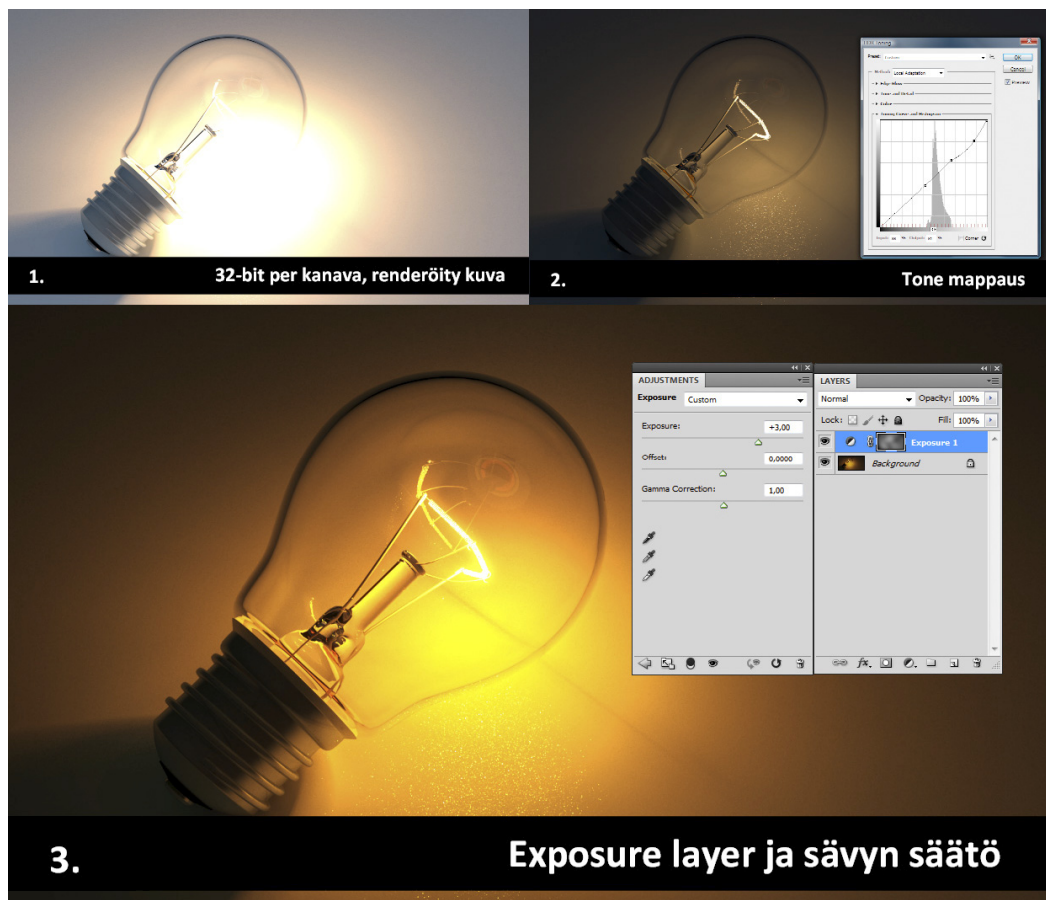
Vaikka monitori ei kykenekään esittämään HDR-kuvia sellaisenaan, on siitä selvä hyöty, kun haluamme säätää ylivalottunutta renderöityä kuvaa. Kuvassa 35, "punainen" pallo on renderöity käyttäen erittäin suurta valoisuus intensiteettiä. Vasemmalla on normaali 8-bittinen kuva ja oikealla 32-bittinen kuva. Kun valotusta jälkeenpäin lasketaan ei 8-bittisestä kuvasta voida enää saada irti tuota informaatiota toisin kuin 32-bittisestä float kuvasta.



KUVA 35. Kuvassa on punainen pallo, jolle on annettu erittäin suuri valoisuus intensiteetti. (Hawker 2012.)

32-bit per kanava olevien kuvien etuna on, että monet efektit ja väri tai toisin sanoen valo käyttäytyy aivan toisin kuin 8-bit per kanava olevissa kuvissa. Efektit, kuten liike-epäterävyys ja hohde, toimivat paljon paremmin 32-bittisessä tilassa. 32-bittisessä tilassa voidaan ikään kuin maalata valolla eikä värillä. (Bloch 2007, 220, 227 - 233.)

Ylivalottuneen renderöinnin voi vielä yrittää pelastaa. Kuvasarjasta 36, huomataan kuinka 32-bittisestä kuvasta löytyy informaatiota, vaikka näytöllä näyttääkin, että kuvassa on pelkkää valkoista. Tosiasiassa valkoinen ei ole valkoista. Näyttö ei yksinkertaisesti kykene näyttämään koko valoisuus skaalaa. Kuvan toisessa kohdassa kuva on prosessoitu Tone mapping -operaattorilla, eli kuvan informaatio on rutistettu välille 0 - 1. Kuva on silti pidetty 32-bittisessä moodissa, jolloin 3. kohdassa oleva maalaus Exposure-säätötasolle ja sävynsäätö toimisivat ilman rajoitteita eikä virheitä, kuten raidoitusta (Banding), pääse muodostumaan. Näin lopullinen kuva näyttää huomattavasti toisenlaiselta kuin alkuperäinen suoraan renderöintiohjelmasta tuotu 32-bittinen kuva. Tämän kuvan korjaus ja käsittely ei olisi mitenkään mahdollista, jos kuva olisi tallennettu 8-bittisenä per kanava.



KUVA 36. Ylivalottunut renderöity 32-bittinen kuva voidaan korjata jälkikäsittelyllä.

Vaikka 32-bittisestä HDR-kuvasta voidaan saada informaatiota esille ylivalottuneista sekä alivalottuneista alueista on tästä seurauksena myös ongelmia. Koska kontrastierot reuna-alueilla voivat olla erittäin suuria on renderöintiohjelmalla vaikea työ saada nuo reunat pehmenettyä eli antialiasoitua, kuten kuvasta 34, voidaan ehkä huomata. Tähän on kuitenkin tarjolla muutamia ratkaisuja kuten:

- Ylivalottuneisiin kohtiin lisätään hohdetta. (Specular Bloom)
- Kuva renderöidään korkeammassa resoluutiossa ja skaalataan pienemmäksi, joka on varsin yleinen käytäntö.
- Käytetään sellaista antialiasointisuodinta, joka ei terävöitä, kuten Lanczos.
- Viimeinen vaihtoehto voi olla käyttää 8-bittistä renderöintiä (Clamp), jolloin dynamiikka katoaa. Ei ole suositeltavaa, koska menettää HDR-kuvan hyödyt.

(Hawker 2012.)

4.2 High Dynamic Range -tiedostomuodot

Kun halutaan säilyttää renderöintiohjelman tuottama kuva mahdollisimman laadukkaana, on hyvä käyttää tallennukseen formaattia, joka säilyttää kuvassa kaikki informaatio. Mahdollisia tiedostomuotoja on tarjolla vaihteleva joukko. Turvallisin vaihtoehto renderöidyn kuvan tallennukseen on OpenEXR.

OpenEXR on nykyisin vapaaseen lähdekoodiin perustuva tiedostomuoto. Alunperin Industrial Light & Magic (ILM) kehitti sen omaan käyttöönsä. Ensimmäinen elokuva, joka hyödynsi koko tuotannon ajan EXR -tiedostomuotoa oli Harry Potter ja viisasten kivi. Tästä on muodostunut yksi suosituimmista tiedostomuodoista, jota visuaalisia efektejä tuottavat studiot käyttävät. OpenEXR on siitä harvinainen tiedostomuoto, että se on ainoa joka on voittanut Oscar -palkinnon. (Bloch 2007, 52; OpenEXR, ILM 2012.)

OpenEXR tukee sekä 16-bittisiä sekä 32-bittisiä floating point kuvia. OpenEXR tiedosto voi sisältää rajattoman määrän kuva tasoja ja kanavia, eikä ainoastaan punaista, vihreää tai sinistä ja alpha -kanavaa. Kanavat tukevat kolmea eri tyyppiä: 16-bittinen floating-point (HALF), 32-bittinen floating-point (FLOAT) ja 32-bittinen unsigned integer (UINT). FLOAT-tyyppi, takaa täyden dynamiikan ku-

valle, mutta HALF-tyyppi voi yleensä riittää. UINT-tyyppi taas soveltuu hyvin esimerkiksi Object ID ja Surface ID Passeissa käytettäväksi, koska värialueiden epäjatkuvuus kohta pysyy tällöin selvempänä. Pitääkseen tiedosto koon pienenä OpenEXR tukee erilaisia pakkaustapoja tiedontallennusta varten. Oletuksena toimii PIZ, joka perustuu häviöttömään pakkaukseen.

Adobe Photoshop kykenee lukemaan ja kirjoittamaan OpenEXR-formaattia muttei oletuksena kykene avaamaan kuin yhden tason monitasoisesta tiedostosta. fnord Software tarjoaa Photoshop -liitännäistä, jolla kyetään avaamaan ja tallentamaan OpenEXR-tiedostoja, jotka käyttävät useita tasoja hyväkseen. Liitännäinen tuo myös muita etuja OpenEXR-muodon käyttöä varten. (Brinkmann 2008, 612 - 613; fnord software 2012; Bloch 2007, 52 - 53.)

Floating-Point TIFF (.tif) -tiedostomuoto käsittää monta variaatiota ja tukevat myös tasoja sekä lisäkanavien käyttöä, mutta muun muassa tämän vuoksi eri ohjelmien välinen yhteensopivuus ei ole taattua. Varmin tapa tallentaa tietoa TIFF-tiedostomuotoon on käyttää TIFF32 -variaatiota, kun halutaan ehdotonta tarkkuutta. Tiedostokoko tosin kasvaa erittäin suureksi. Tämä on hyvä tiedostomuoto kun kuvaa käsitellään usean ohjelman välillä vaihdellen. (Bloch 2007, 46 - 47.)

Radiance eli HDR (.hdr/.pic) on alunperin kehitetty, Radiance nimiselle 3D-renderöinti sovellukselle. Radiance renderöijä perustui todellisen fysikaalisen valon laskentaan. Suurta tietomäärää varten tarvittiin uusi tiedostomuoto johon ne voidaan tallentaa, näin syntyi Radiance -tiedostomuoto. Radiance on yksi yleisimmistä tiedostomuodoista HDR-kuville. Tiedon tallennuksessa käytetään nerokasta matemaattista temppua, jolla kyetään säästämään tiedostokoossa. Radiance on yksi varimmista tavoista siirtää HDR-kuvia eri sovelluksien välillä, ja se on käytännössä standardi. Radiance -tiedostomuodon heikkous on sen rajoittuminen RGB värimaailmaan, eli vaikka dynamiikka on suuri, ei väriskaala (Gamut) kasva dynaamisesti. (Bloch 2007, 48 - 50.)

Muita ohjelmia, jotka tukevat 32-bittisiä kuvia, on paljon, ja tietenkin Photoshopin oma PSD (.psd), joka on läheistä sukua floating point TIFF -formaatille on tässä joukossa mukana. Selvyiden vuoksi alla löytyy vertailutaulukko, josta selviää tiedostomuotojen väliset erot (Kuva 37). Taulukossa olevat Targa sekä Cineon -eivät ole HDR-formaatteja, ne ovat taulussa ainoastaan vertailun vuoksi. Taulukosta voidaan päätellä että OpenEXR-tiedostomuotoa voidaan pitää parhaimpana vaihtoehtona, kun tallennetaan renderöityjä kuvia.

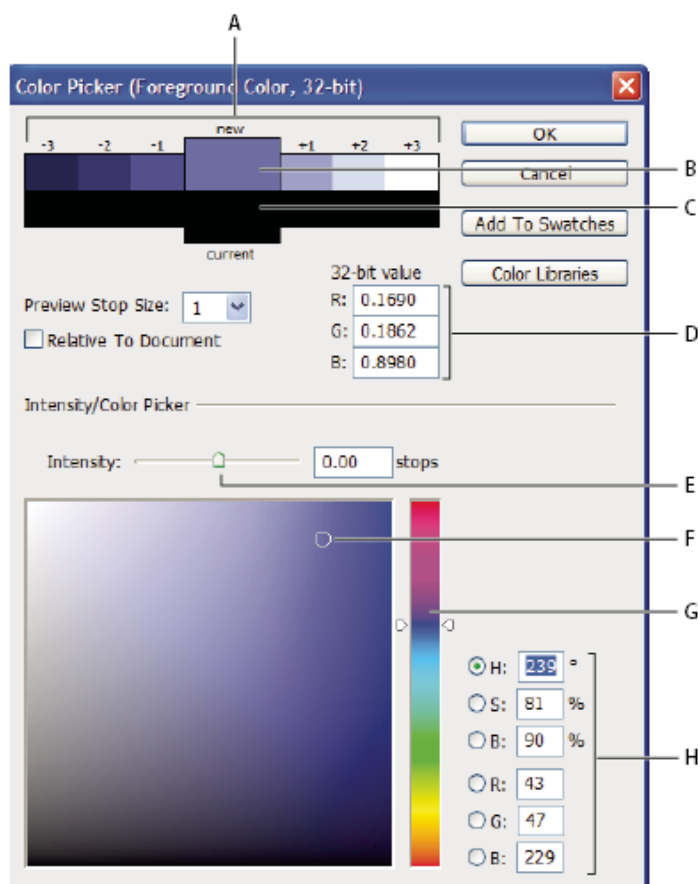
	TGA* (8 bit RGB reference)	PFM	TIFF float	Cineon, DPX*	TIFF LogLuv 24 / 32	Radiance HDR	OpenEXR	JPEG-HDR	Windows WDP
Channels	RGB (+Alpha)	RGB	RGB (+Alpha +...)	RGB	L+Index / Lu'v'	RGBE	RGB (+Alpha +Depth +...)	YCC	RGBE
Total Bits per Pixel	24	96	96	32	24 / 32	24	48	variable	variable
Compression	RLE	–	ZIP, LZW	–	RLE	RLE	PIZ, ZIP, RLE, PXR24, ...	JPEG	Wavelet
Covers All Visible Colors (Gamut)	–	–	✓	–	✓	–	✓	✓	–
Colors per EV **	≈2 Million	4,7 x 10 ²¹	4,7 x 10 ²¹	90 Million	1 Million / 33 Million	16 Million	1 Billion	variable	variable
Precision	●○○○	●●●●	●●●●	●●○○	●●○○	●●○○	●●●●	●○○○	●○○○
Dynamic Range (EV)	8	253	253	12	16 / 126	253	30	30	
Application Support Level	●●●●	●○○○	●●○○	●●○○	●●○○	●●●●	●●●●	●○○○	○○○○

KUVA 37. Tiedostomuotojen vertailutaulukko. (Bloch 2007, 61.)

4.3 HDR-kuvat ja Adobe Photoshop

Adobe Photoshop tarjoaa mahdollisuuden käsitellä 32-bittisiä per kanava olevia HDR-kuvia, ja monet työkalut, suotimet ja komennot toimivat myös 32-bittisiä per kanava kuville. Photoshopin 32-bittinen tila sisältää kuitenkin yllättäviä rajoitteita. Sävyn säädöt vielä onnistuvat, mutta monet tasojen sekoitustilat, suotimet sekä työkalut ovat pois käytöstä. Onkin ehkä parempi että renderöidyn HDR-kuvan radikaalit sävyn säädöt tehdään tässä 32-bittisessä tilassa ja konvertoidaan kuva sitten 16-bittisiä per kanava tai 8-bittisiä per kanava muotoon.

32-bittisessä moodissa työskennellessä kannattaa huomioida väri näyttöiden ottoon tarkoitettujen pipetin toiminta, joka näyttää arvot floating point muodossa (Kuva 38). Myös Info-paneeli on hyvä vaihtaa näyttämään floating point arvoja. (Bloch 2007, 218 - 220.)

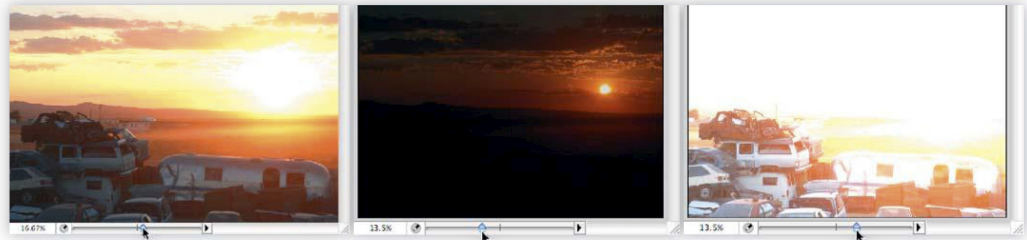


KUVA 38. HDR Color Picker. **A.** Esikatselu **B.** Säädetty väri **C.** Alkuperäinen väri **D.** 32-bit floating point arvo **E.** Intensiteetti säädin **F.** Valittu väri **G.** Väri säädin **H.** Väri arvot.

Photoshop-ikkunan alalaidasta löytyy liukusäädin, jolla voidaan tarkastella HDR-kuvaa eri valotuksella, mistä on hyötyä, koska näyttö ei kykene esittämään kerralla kuvan valoisuus skaala (Kuva 39).

Kun halutaan maalata niin sanotusti valolla, 32-bittisessä tilassa, ei riitä, että kuvasta valitaan pipetillä haluttu väri ja maalataan sillä. Valitun värin valoisuus arvoa täytyy nostaa muutamalla pykälällä esimerkiksi käyttämällä kuvassa 38 olevaa, B -kohdan säädintä.

32-bittisen kuvan esikatseluun liittyvä asetus löytyy myös View -valikosta (32-bit Preview Options...), tällä voidaan asettaa haluttu nimellinen valotusarvo kувalle.



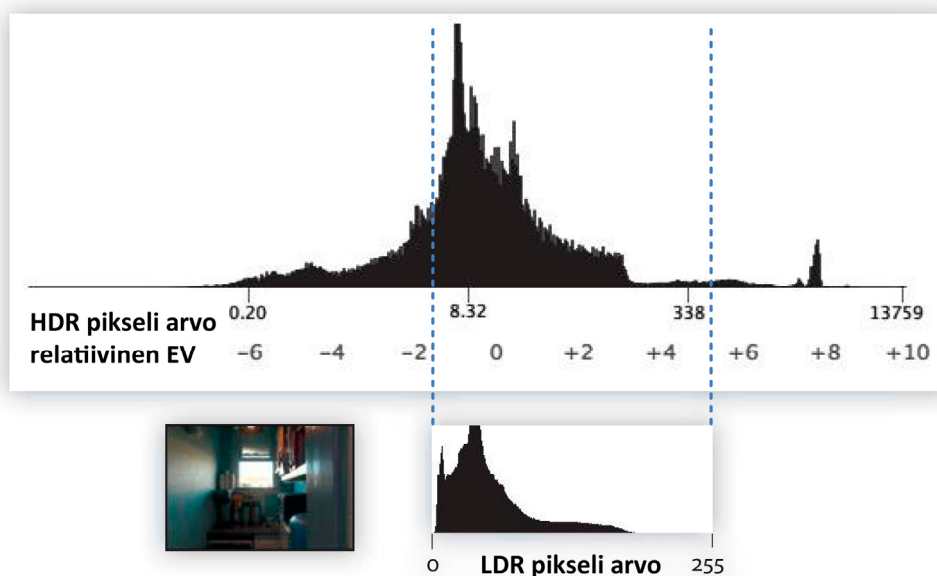
KUVA 39. Adobe Photoshopin Quick Exposure liukusäädin sijaitsee ikkunan alalaidassa. (Bloch 2007, 126.)

On huomattava, että toisin kuin muut HDR-kuvan käsittelyyn tarkoitetut ohjelmat, Adobe Photoshop käyttää aina sisäistä väri hallinnointia, joten vaikka HRD arvot ovat lineaarisia, katsotaan niitä gammakorjauksen alaisena, jotta kuva nähtäisiin luonnollisena näytöllä. (Bloch 2007, 126.)

4.4 Tone mapping

4.4.1 HDR-kuva LDR-kuvaksi.

Tone mapping tarkoittaa prosessia, jossa HDR-kuva konvertoidaan LDR-kuvaksi. Koska prosessissa luonnollisesti häviää tietoa yleensä erittäin paljon on tämä tehtävä hallitusti ottamalla ainoastaan tärkeät arvot talteen. Tone mapping prosessissa HDR-kuvan tonaaliset arvot jaetaan uudelleen siten, että ne mahtuvat LDR-kuvaan. Kuinka tämä tehdään riippuu, HDR-kuvassa olevan dynamiikan määrästä. Jos HDR-kuvassa on laaja dynamiikka on sen puristaminen LDR-kuvaksi haastavaa. Kuvassa 40 havainnollistetaan HDR- ja LDR-kuvan dynamiikka eroa. Kun Tone mapping on tehty kuvaa ei enää voida kutsua HDR-kuvaksi, sillä sen dynamiikka on kutistettu, 0 - 1 välille (Clamping). (Brinkmann 2008, 411 - 414; Bloch 2007, 144 - 145.)



KUVA 40. Kuva vertaa HDR-kuvan dynamiikkaa LDR-kuvaan nähden. (Bloch 2007, 145.)

Tone mapping perustuu sen suorittavan henkilön omaan subjektiiviseen näkemykseen siitä, mikä kuvalle on hyväksi, mitkä kirkkaus arvot ovat tärkeitä ja mikä tulee olemaan kuvan mustan ja valkoisen pään raja-arvot. Tone mapping -prosessi on näin ollen yleensä taiteellinen suoritus eikä tekninen. Kuvan näyttäessä hyvältä, se on myös hyvä. Tekninen oikeellisuus ei yleensäkaan ole tärkein tekijä.

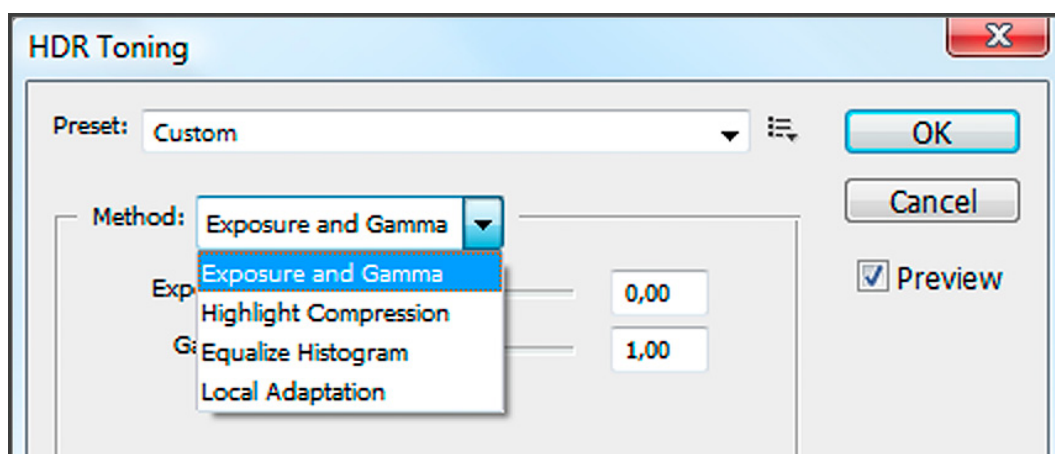
Toisaalta jos tavoitteena on integroida kuva johonkin valmiiseen kuvattuun materiaaliin, on tärkeää tietää, kuinka valo käyttäytyy oikeassa kuvatussa materiaalissa

ja osata sovittaa tämä siihen, se ei tule olemaan yksinkertaista. Tämä voi tulla kyseeseen tuotettaessa arkkitehtuurikuvia, jotka täytyy sovittaa tiettyyn ympäristöön. Elokuvaan sovitettava materiaali voi olla jo todellinen haaste.

Tone mapping tarjoaa paljon mahdollisuuksia muokata kuvan dynamiikkaa ja toiset haluavat päästä lopputulokseen, jota ei edes huomata, vaan kuva näyttää huomaamattoman todentuntukselta. Toisilla tavoitteena voi olla pelkästään taiteellinen tyyli, joka on kaukana todellisuudesta. Selvää on, että tone mapping prosessin ymmärtäminen avaa monia mahdollisuuksia säätää renderöityjä kuin myös valokuvattuja HDR-kuvia. (Bloch 2007, 168 - 171; Brinkmann 2008, 413 - 414.)

4.4.2 Adobe Photoshop ja tone mapping operaattorit

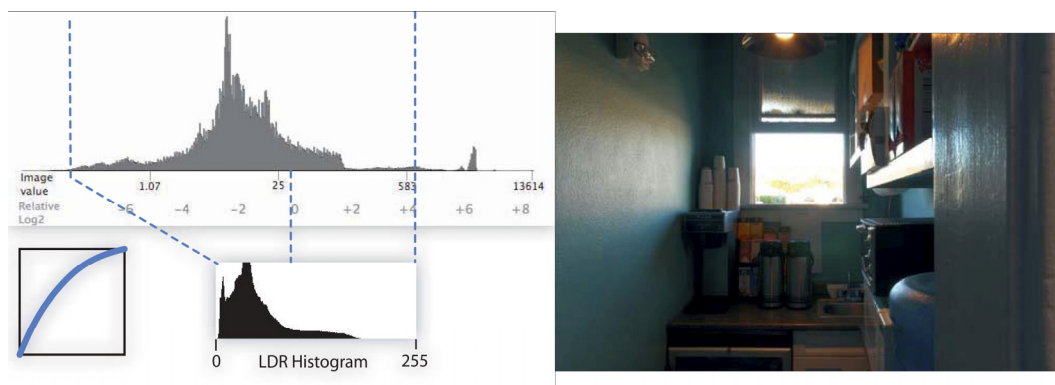
Adobe Photoshopin tone mapping optio löytyy valikosta, Image > Adjustments > HDR Toning. Optio tulee esiin myös, kun 32-bittisen kuvan värisyvyyttä vähennetään. Optiosta löytyy neljä eri kohtaa eli tone mapping operaattoria: Exposure and Gamma, Highlight Compression, Equalize Histogram ja Local Adaptation. Exposure and Gamma, Highlight Compression ja Equalize Histogram ovat globaaleja operaattoreita, jotka säätävät koko kuvaa kerralla. Local Adaption on monimutkaisin operaattori ja tarjoaa parhaimmat mahdollisuudet säätää kuvaa (Kuva 41).



KUVA 41. Adobe Photoshop HDR Toning -operaattorit.

4.4.3 Exposure and Gamma

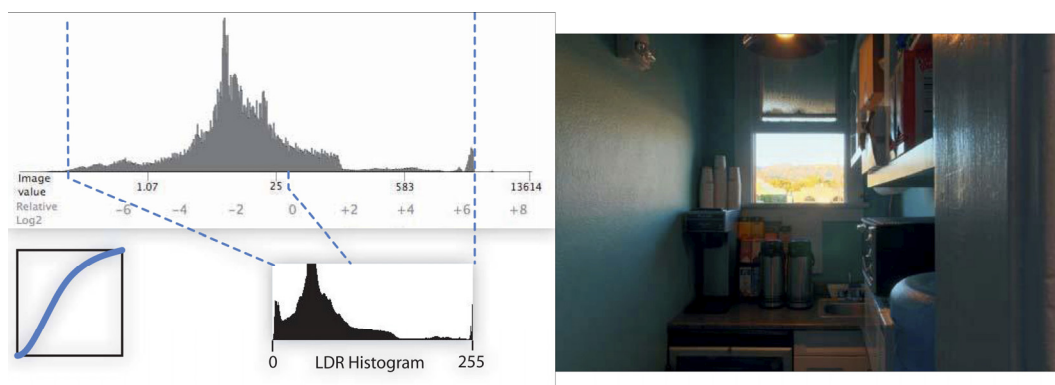
Exposure and Gamma -operaattori toimii erittäin yksinkertaisesti. Se nappaa suoraan senhetkisen valotuksen, jota tarkastellaan ruudulla. Kuvasta 42 huomataan kuinka se leikkaa pois informaation kirkkaasta päästä, näin ollen ikkunasta näkyvä maisema jää lähes valkoiseksi. Teknisesti ottaen on vaikea puhua edes tone mapping -operaattorista tämän toiminnon kohdalla.



KUVA 42. Histogrammi ennen ja jälkeen, Exposure ja Gamma operaation. Huomaa miten oikealla kuvassa ikkuna on lähes valkoinen. (Bloch 2007, 147.)

4.4.4 Highlight Compression

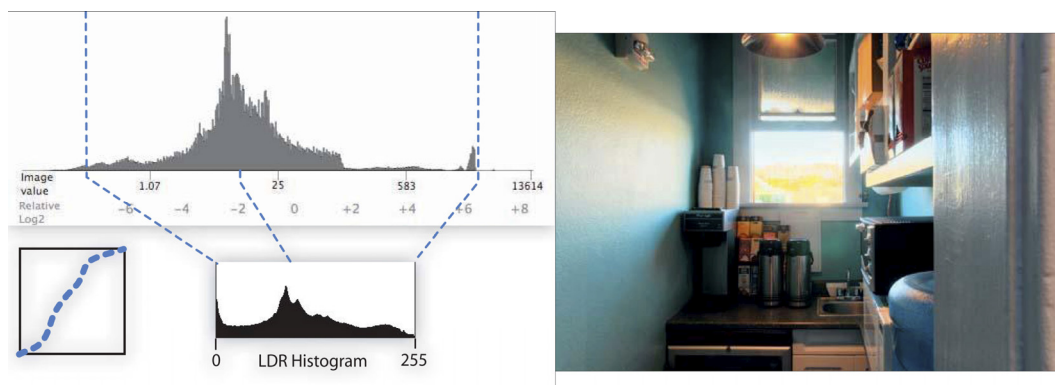
Highlight Compression (Kuva 43) suojaa aina kirkkaita alueita kuvassa. Sen toiminta perustuu siihen, että se etsii kuvasta kirkkaimman pisteen, asettaa sen arvoon 255 ja konvertoi loput logaritmisesti. Toiminto on täysin automaattinen. Highlight Compression ei ole suunniteltu toimimaan kovin hyvin erittäin laajan dynamiikan sisältävissä kuvissa. Tosin toiminto jäljittelee paremmin filmin kykyä kuin perinteinen yksinkertainen gamma. (Bloch 2007, 148.)



KUVA 43. Highlight Compression -operaattorin toiminta. (Bloch 2007, 149.)

4.4.5 Equalize Histogram

Equalize Histogram, Photoshopin kolmas operaattori ei myöskään sisällä mitään säätöjä ja on täysin automaattinen toiminne. Tämä toimii samaan tapaan kuin Auto Levels toiminto, sillä erotuksella ettei tämä jätä tyhjiä välejä histogrammiin koska HDR-kuvasta löytyy aina joitain arvoja täyttämään nämä välit (Kuva 44). (Bloch 2007, 152.)



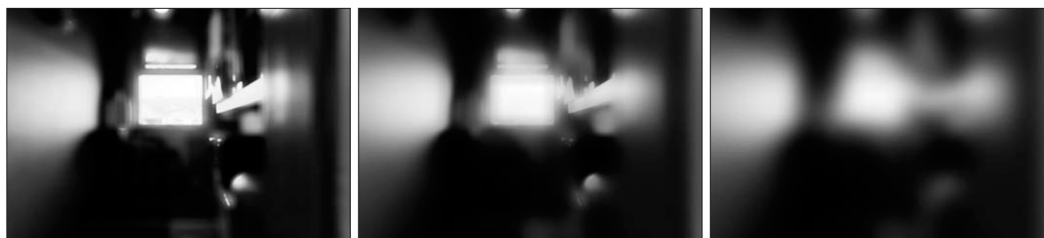
KUVA 44. Equalize Histogrammin -operaattorin toiminta. (Bloch 2007, 153.)

Globaalit operaattorit eivät toimi kovin hyvin, jos kuvasta löytyy laaja skaala informaatiota eli rajuja eroja tumman ja kirkkaan pään puolella. Kuten edellä olevista kuva esimerkeistä voidaan huomata.

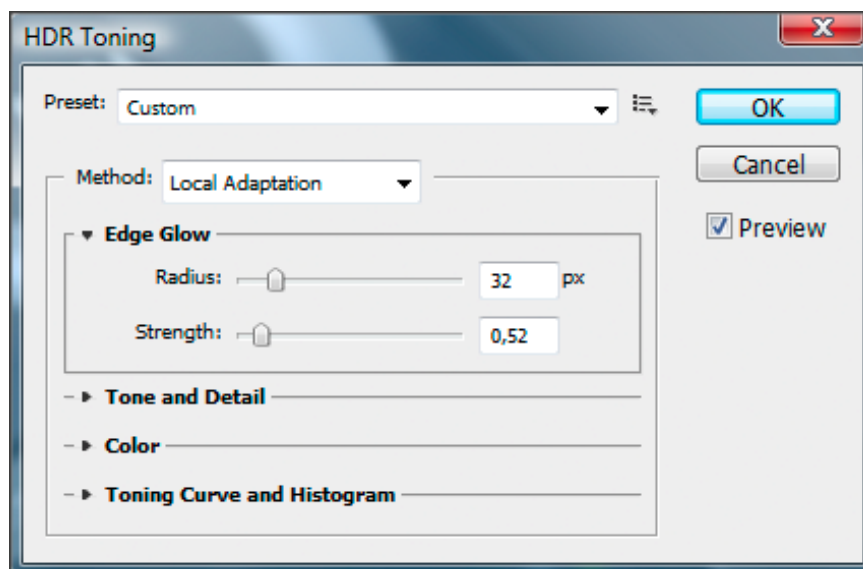
4.4.6 Local Adaptation

Photoshopin viimein vaihtoehto Local Adaptation on lokaali operaattori, jolla kyetään kuvaa jakamaan siten että jossain kohtaa kuvassa nostetaan valotusta ja jossain taas lasketaan. Idea tulee suoraan ihmisen näkökyvyn mukautuvuus kyvystä. (Bloch 2007, 154.)

Local tone mapping, käyttää hyväkseen mustavalkoista maskia, joka on tehty kuvan luminanssiarvoista. Tätä karttaa voidaan sitten sumentaa ja säätää. Maskista voidaan erotella myös eri alueita harmaasävyarvojen mukaan ja näin suorittaa toimintoja eri alueille. Maskin laatu on erittäin merkittävä tekijä, jotta kuva saadaan prosessoitua tone mapping -operaattorilla hyvin. Esimerkki kuvan 45, ikkunan karmien ympärille syntyy helposti hohdetta, jos maskia on sumennettu liikaa.



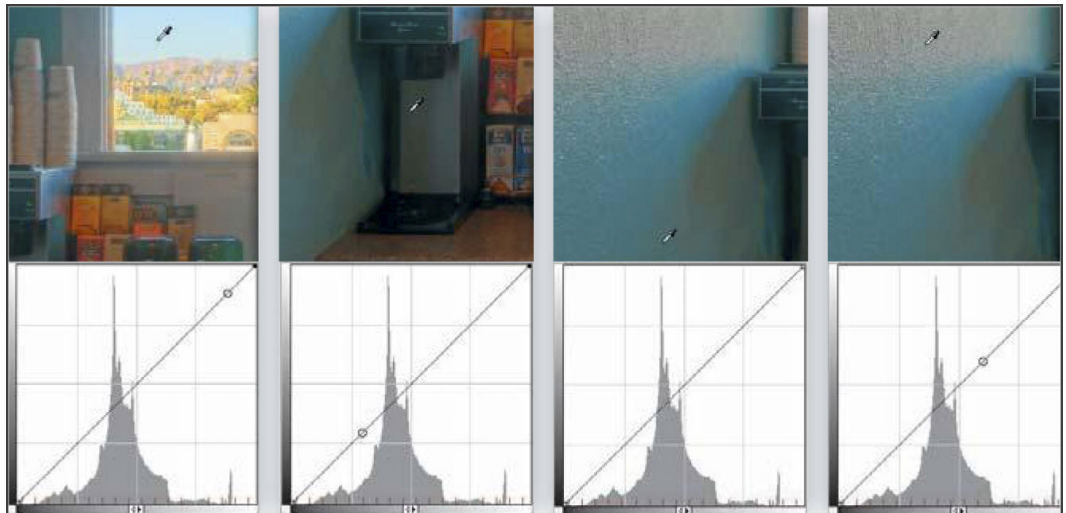
KUVA 45. Harmaasävy Luminanssi kartta, jota myös Adobe Photoshopin Local Adaption -operaattori käyttää hyväkseen, kohdistukseen operaatioita. (Bloch 2007, 154.)



KUVA 46. Adobe Photoshopin Local Adaption paneeli, sekä Radius ja Strength säädöt jolla säädetään maskia, joka näkyy kuvassa 45.

Adobe Photoshop CS5:ssa maskin sumennusta säädetään Radius säädöllä ja Strength tai Threshold määrää, mistä valoisuus arvosta lähtien pidetään terävät reunat ja missä sumennetaan niitä.

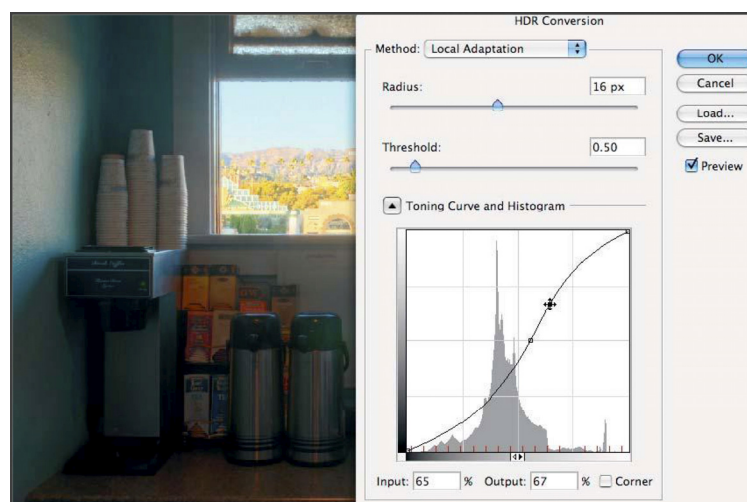
Kuvassa 47 näkyy kuinka kuvan päälle siirryttäessä kursori muuttuu pipetiksi raahaamalla sitä ympäriinsä hiiren nappi alhaalla pystyy histogrammista katsomaan missä kyseinen näyte sijaitsee. Kannattaa painaa mieleen, mitä histogrammissa olevat piikit ovat ja merkitsevät, taivas näkyy histogrammissa pienenä piikkinä valoisian pään lopussa ja seinät muodostavat suuren osan keskellä olevasta vuoresta. Pienet punaiset viivat alhaalla histogrammissa merkitsevät jokainen yhtä valotusarvoa.



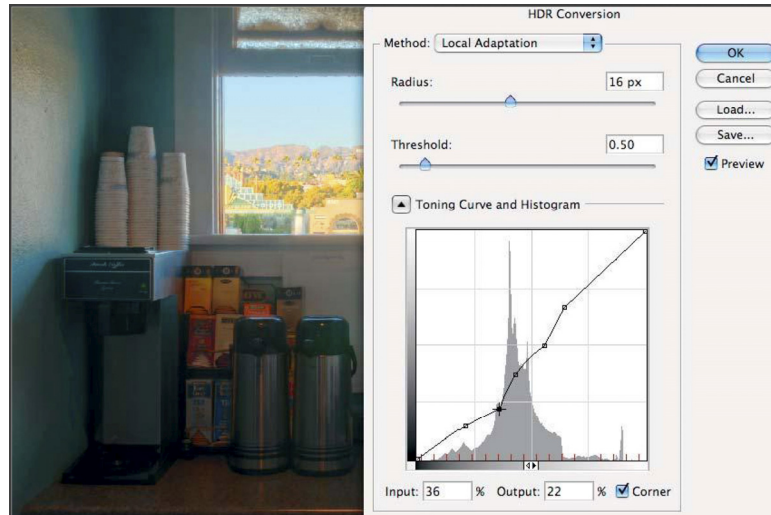
KUVA 47. Histogrammin toiminta. (Bloch 2007, 155.)

Yleensä histogrammi kurviin asetetaan rajat, jotka määräävät valkoisen ja mustan pään maksimin. Musta pää sijaitsee alhaalla vasemmalla ja valkoinen pää ylhäällä oikealla. Kuvasta 48, huomataan että rajoja ei tarvitse asettaa, koska ne ovat juuri sopivasti kohdallaan.

Kun tämä on tehty, histogrammiin merkitään kaksi pistettä, seinän valoisuutta merkitsevälle kohdalle, kuten kuvassa 48. Tämän jälkeen näiden etäisyyttä siirretään pystysuoraan etäämmälle, jotta näiden välille syntyy kontrastia. Samalla käyrä muuttuu S-muodoksi. Ongelmana on, että taivas valottuu liikaa. Taivaan yli valottuminen voidaan estää asettamalla histogrammilla oleva piste kulma pisteeksi (Corner -valintaruutu), mikä estää käyrää kaartumasta (Kuva 49).



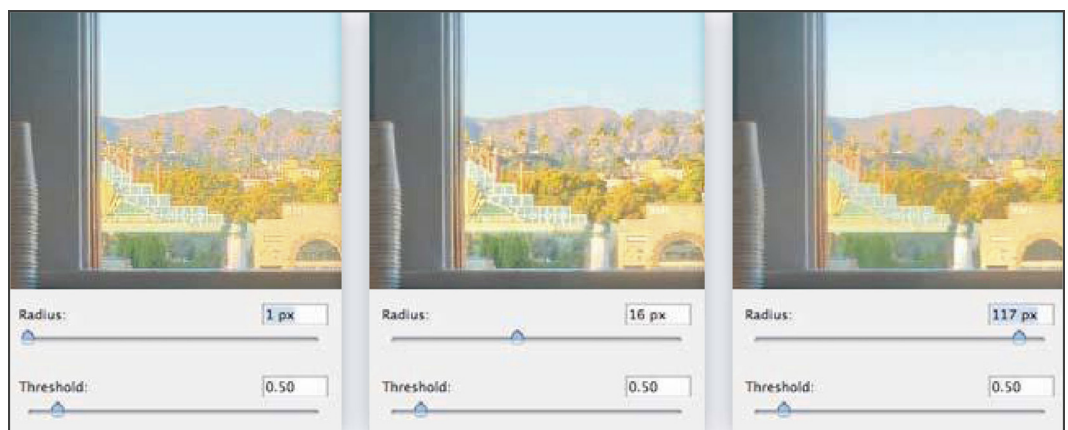
KUVA 48. Kahden pisteen siirtäminen toisistaan pystysuoraan lisää näiden pisteiden välistä kontrastia. (Bloch 2007, 156.)



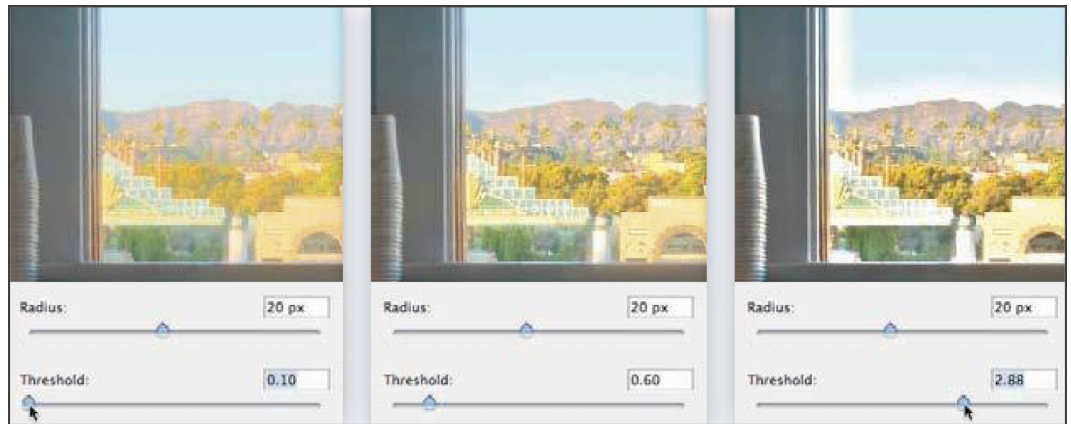
KUVA 49. Valittu histogrammin piste voidaan merkitä kulma pisteeksi (Corner -valintaruutu), tämä estää käyrää kaartumasta ja näin taivas ei ylivalotu. (Bloch 2007, 156.)

Koska histogrammista on mahdollista merkitä pisteitä kulmapisteiksi (Corner valintaruutu) (Kuva 49), mahdollistaa se erillisen alueiden luonnin kuvaan. Esimerkiksi omat alueensa matalaa ja korkeaa kontrastia varten. Kuvan taivas saatiin palautettua ja erotettua omaksi alueeksi. Myös toinen kulmapiste on luotu, joten nyt kuvassa 48 näkyy kolme erillistä aluetta.

Radius-arvon laittaminen arvoon 1 tarkoittaa, että jokainen alue on ainoastaan yksi pikseli plus sen lähimmät naapuripikselit, joista muodostuu viiden pikselin alue. Tämä näyttää normaalilta terävöitys suotimelta. Jos taas Radius-arvo on liian suuri, kaikki pikselit ikkunan ulkopuolella kuuluvat samaan alueeseen, ja näin niitä käsitellään kuin niillä olisi identtinen luminanssi ja ikkunan näkymä latistuu kokonaan. Kannattaa kiinnittää huomiota kuvan 50 holvikaareen, sekä puihin joista eron huomaa selvimmin.

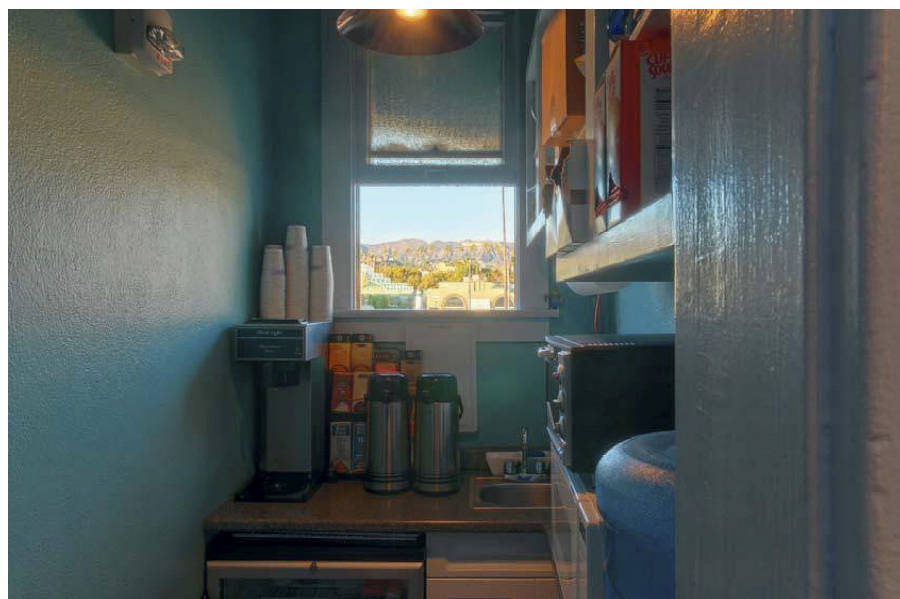


KUVA 50. Radius-arvo määrittää maksimi koon säätöalueille. Huomio kuvassa oleva holvikaari sekä puut. (Bloch 2007, 157.)



KUVA 51. Threshold-arvo määrittää maksimi luminanssi eron, jolla jokainen alue erotellaan. (Bloch 2007, 157.)

Threshold määrittää sen kuinka kaukana kahden eri pisteen luminanssi voi olla toisistaan ja silti nämä voivat kuulua samaan alueeseen. Jos Threshold on määriteltä liian alhaiseksi, jokainen alueen pikseli on oma alueensa. Tällöin Local Adaptation operaattori toimii globaalinen Tone mapping -operaattorin tavoin ja tällöin histogrammikurvi vaikuttaa tasavertaisesti jokaiseen pikseliin kuvassa. Toisaalta jos Threshold-arvo on liian korkea, silloin jopa äärimmäiset erot pikseleiden luminanssi arvojen välillä saavat saman käsittelyn. Tällöin kuvaan ilmestyy epätoivottua halo-efektiä joka näkyy kuvassa 51 vasemmalla. Optimaalisin asetus tälle on juuri ja juuri ennen halo-efektin muodostumista kuvaan. Kuvassa 52 nähdään lopullinen tone mapping -operaattorilla prosessoitu kuva.



KUVA 52. Lopullinen kuva, käyttäen Local Adaptation -operaattoria. (Bloch 2007, 158.)

4.4.7 Tone mapping ja säätötasot (Adjustment Layers)

Tone mapping -operaation voi suorittaa myös käsin, yksinkertaisesti käyttämällä Photoshopin työkaluja, kuten säätötasoja. Exposure-säätötaso kuvassa 53. Tämä voi olla varsin tehokaskin keino säätää kuvaa. Maskien maalaaminen Exposure -säätötasolle käy kätevämmän, jos käytössä on piirtoalusta josta löytyy paineentunnistus.

Tämä tekniikka on myös yksi vanhimmista ja muistuttaa hyvin paljon Dodge ja Burn -työkalun käyttöä analogisen filmin kehitys prosessissa. Harmillisesti Photoshop ei tällä hetkellä tue 32-bittisessä moodissa Dodge ja Burn -työkalujen käyttöä. (Bloch 2007, 166 - 167.)

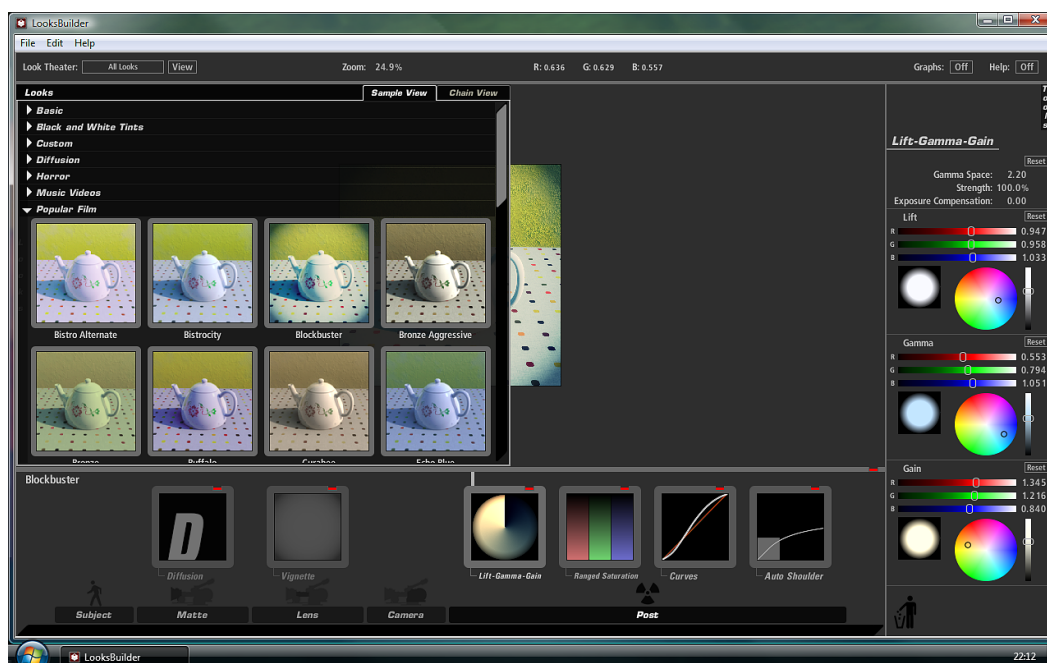


KUVA 53. Tone mapping onnistuu myös käyttämällä esimerkiksi säätötasoja (Adjustment Layers). (Bloch 2007, 167.)

4.5 Värimäärittely

Värimäärittely on tärkeä osa jälkikäsittelyprosessia. Värit vaikuttavat meihin ja olemme oppineet tiedostamattakin reagoimaan eri väreihin tietyllä tavalla. Renderöity kuva ei yleensäkaan ole aivan sitä mitä sen haluaisimme olevan. Syy on jo yksin siinä, ettei näyttömme näytä kaikkia 32-bittisen kuvan värejä. Värimäärittelyssä voi olla kyse myös kuvan sovittamisesta toiseen eri tavalla valaistuun ympäristöön tai filmiformaattiin. Kuvan sävyt eivät tällöin vastaa toisiaan, ja nämä täytyy sovittaa vastaaviksi. Renderöity kuva on hyvä pitää värimäärittelyn aikana 32-bittisessä muodossaan, sillä näin kaikki väri ja valaisu informaatio on tallessa, mahdollistaen isot muutokset kuvan sävyille. Tone mapping ja värimäärittelystä, kannattaa huomioda, ettei tone mapping prosessia kannata suorittaa ensin, jos halutaan kuvassa halutaan säilyttää kaikki informaatio, sillä tone mapping -operaatio latistaa kuvan dynamiikan LDR-kuvan tasolle. Värimäärittelyn voi toki tehdä yhtä aikaa jolloin tone mapping on omana prosessinaan loppupäässä. (Birn 2006, 214 -240; Bloch 2007, 144 - 145.)

Värimäärittelyyn on olemassa erillisiä ohjelmia sekä liitännäisiä. Kompositio- sekä kuvankäsittely -ohjelmista löytyy värimäärittelyyn tarkoitettut työkalut toki valmiina, mutta liitännäiset helpottavat värien säätöä ja tarjoaa valmiita asetuksia sekä helppokäyttöisen ympäristön, jossa voidaan luoda valmiita asetuksia eli teemoja kuville. Esimerkkinä on Red Giant Softwaren Magic Bullet PhotoLooks, joka on tehty Adobe Photoshopille (Kuva 54). Tämä tukee myös 32-bittistä tilaa, toimii näytönohjain kiihdytyksellä ja sisältää valtavan määrän valmiita esiasetuksia, joilla kuvan tunnelmaa voidaan hetkessä muuttaa. (Red Giant Software, 2012.)



KUVA 54. Red Giant PhotoLooks käyttöliittymä.

Värimäärittely vaihe on mielenkiintoinen, se voi tarkoittaa hienovaraista korjausta, jossa värien kylläisyyttä lasketaan tai valkotasapaino korjataan. Toisaalta se voi tarkoittaa kokonaan kuvan uudelleen valaisua ja värien korjausta, esimerkiksi päivällä kuvattu materiaali muutetaan yöllä kuvatun näköiseksi. (Christiansen 2010, 392 - 395.)

Värilämpötilalla on suuri vaikutus meihin. Miellämme viileiksi väreiksi sinisen ja vihreän ja lämpimiksi punaisen ja keltaisen sävyt. Sininen merkitsee meille myös etäisyyttä, punainen taas tuntuu olevan lähempänä, jos yhdistämme sen sinisen kanssa. Eri kulttuureissa värit voivat viestiä eri asiaa mihin olemme ehkä tottuneet. Hieman kellastunut mustavalkoinen valokuva tuo meille heti mieleen, että sen täytyy olla vanha, joten jos sävytämme kuvan hieman seepian sävyiseksi saamme sen tuntumaan nostalgiselta. Yöllä ulkona ollessamme näemme selvästi

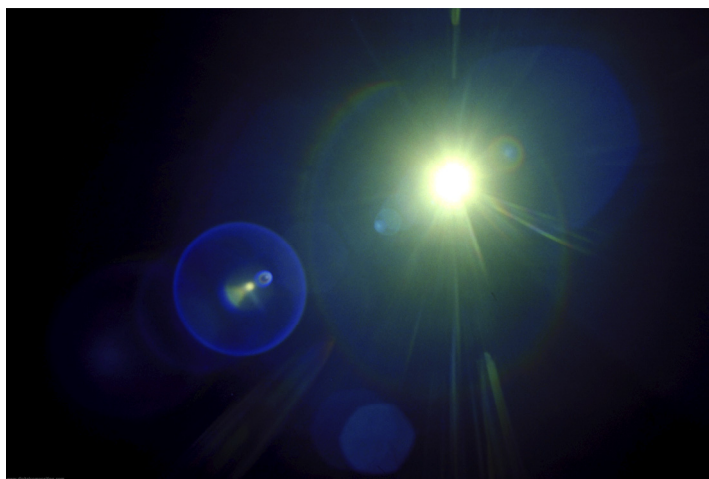
värilämpötilojen erot. Katsoessamme valaistua ikkunaa se näyttää usein oranssilta, vaikka emme tätä huomaa niinkään sisällä ollessamme. Värikontrastit on myös hyvä huomioda, sisällä kynttilän valo hehkuu oranssina, luoden tunnelmaa ja viihtyisyyttä, mutta ikkunasta kajastava öinen sinivioletti hämy kuvaa jotain mystistä ja pelottavaa. (Birn 2006, 214 - 240; Yot 2010, 52 - 53, 112, 137.)

4.6 Jälkikäsittelyssä tuotetut efektit

4.6.1 Linssiheijastukset

Optiset efektit lisätään yleensä viimeisenä vahvistamaan kuvan kokonaisuutta. Vaikka renderöintiohjelmistoista löytyy mahdollisuus renderöidä linssiheijastukset on kuitenkin usein järkevämpää, joko renderöidä ne erikseen ja yhdistää vasta kompositiossa tai tehdä efekti kokonaan jälkikäteen. Tähän tarkoitukseen löytyy useita liittännäisiä, kuten Red Giant Knoll Light Factory ja Video Copilot Optical Flares. Nämä kykenevät simuloimaan efektiä usein paremmin ja monipuolisemmin kuin renderöintiohjelma, etuna on lisäksi muokattavuus.

Linssiheijastus (Lens flare) syntyy, kun kirkas valo pääsee suoraan linssiin (Kuva 55). Kameran optiikka on koostettu useista linseistä, ja tämän takia syntyy useita heijastus kuvioita kuvaan, eikä vain yhtä. (Brinkmann 2010, 32 - 39.)



KUVA 55. Linssiheijastus eli Lens Flare (Brinkmann 2010, 36.)

Linssit elementit ovat pinnoitettu, jotta välttyttäisiin heijastuksilta normaalitilanteissa, mutta äärimmäisissä tapauksissa, kun valoa pääsee linssiin, ilmiö tulee esiin. Mitä enemmän linssielementtejä on, sitä enemmän heijastus virheitä ja ku-

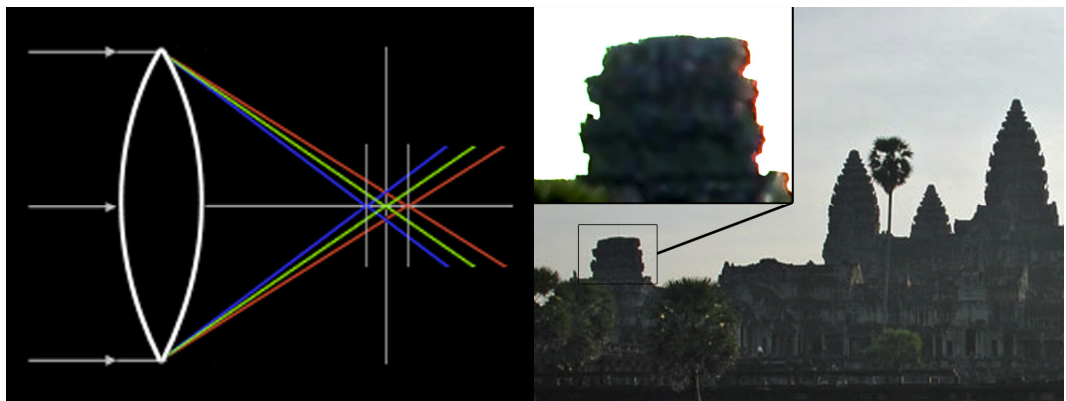
vioita syntyy kuvaan. Aukon sulkimet sekä muoto aiheuttavat omat kuvionsa, aukko voi olla esimerkiksi viisi- tai kuusi -kulmainen. Myös pölyllä ja naarmuilla on vaikutusta siihen, kuinka valo heijastuu linssistä. (Birn 2006, 341; Brinkmann 2010, 32 - 39; Christiansen 2011, 399 - 400.)

On hyvä tietää, että linssiheijastus on linssille ominainen ja heijastuksen kulma riippuu valosta, mutta sen muoto ja linssiheijastuksien järjestys eivät muutu. Monimutkaisia heijastuksia aiheuttava, zoom -objektiivit joissa on paljon linsejä ja vähiten yksinkertaisemmat laajakulmat. Koska heijastuksen aiheuttaa linssi, heijastuksen eteen ei pääse mitään, ellei kameran sisällä ole roskia linssin ja filmin välissä. (Brinkmann 2010, 33; Christiansen 2011, 400.)

4.6.2 Chromatic Aberration (CA)

Vaikka linssivirheistä normaalisti halutaan eroon, lisätään näitä virheitä usein renderöityihin kuviin rikkomaan näiden liian klinistä ulkonäköä. Hienovaraisesti käytettynä tämä tuo realistisuutta renderöityyn kuvaan ja auttaa pehmentämään teräviä yksityiskohtia.

Chromatic Aberration, eli väriaberraatio, näkyy usein valokuvissa suuri kontrastisilla reuna-alueilla. Tämä johtuu siitä, että valon eri aallonpituudet taittuvat eri tavalla linssin pinnasta. Punainen valo taittuu linssistä kameran sensorille eri kulmasta kuin sininen (Kuva 56). Sama ilmiö on nähtävissä, kun prisman avulla jaetaan valo sateenkaaren väreihin. Esimerkkikuva Chromaattinen Aberraation toiminnasta käytännössä (Kuva 56). (Bockaert, 2010)



KUVA 56. Valon eri aallonpituudet taittuvat linssistä kameran sensorille hieman eri kulmasta. Tämä on aiheuttanut syaanin ja punaiseen hohteen ilmestymisen, suuri kontrastiselle alueelle. (Bockaert, 2012.)

Chromatic Aberration voi tehdä helposti Adobe Photoshopilla siten, että venyttää punaista ja sinistä kanavaa (Channels) hieman erilleen toisistaan (Kuva 57).



KUVA 57. Chromatic Aberration jälkikäteen tuotettuna siirtämällä tai venyttämällä punaista ja sinistä kanavaa erilleen toisistaan.

4.6.3 Vignetting

Vignetting eli vinjetointi on valokuvauksessa varsin tyypillinen virhe. Virhettä esiintyy enemmän laajakulmaobjektiivilla kuvattaessa, myös suuren aukon valinta tai objektin eteen asetetut suotimet tehostavat vinjetointia. Vaikka vinjetointi on virhe, tätä käytetään paljon tehokeinona, sillä sen avulla kuva voidaan kehystää usein varsin kauniisti, kuten kuvassa 58 on tehty. (Bockaert, 2012b.)

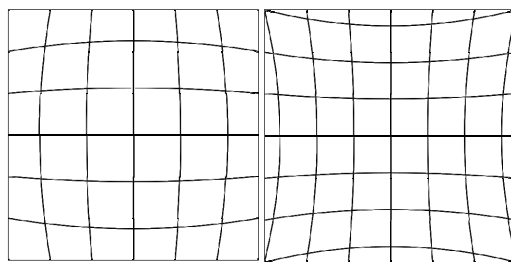
Elokuvatuotannoissa jotkut tuottajat jopa tarkoituksella hierovat vaseliinia kameran edessä olevaan suotimeen, mikä saa kuvan reunat sumenemaan. Tällä taiteellisella tehokeinolla voidaan kuvata esimerkiksi, unenomaista tilaa. Jälkikäsittelyssä vinjetoinnin tuottaminen on erittäin helppoa, sumennuksen, valotuksen ja maskien avulla. Joistakin 3d-renderöintiin tarkoitetuista ohjelmista kamerasta löytyy suoraan tämän efektin simulointi. (Birn 2006, 180.)



KUVA 58. Vinjetoinnissa kuvan reuna-alueet jäävät tummemmaksi.

4.6.4 Linssi vääristymät

Valokuvissa esiintyy yleensä lähes aina lievää linssistä johtuvaa vääristymää. Tynnyri vääristymä (Barrel distortion) paisuttaa ja vääristää pallomaisesti, kun taas tyyny vääristymä (Pincushion distortion) tekee kuvan keskustan pienemmäksi vetämällä reunoja sisäänpäin (Kuva 59). Joskus vääristymä voi olla hyvinkin monimutkainen riippuen käytetystä optiikasta, kalansilmäoptiikan ollessa äärimmäinen esimerkki, linssivääristymästä.



KUVA 59. Vasemmalla tynnyri vääristymä ja oikealla tyyny vääristymän simulaatio kuvat. (Wikipedia 2012.)

Jotkin renderöintiohjelmat tukevat oikeiden kameroiden ja optiikoiden käyttöä. Tämä helpottaa renderöidyn kuvan sovittamista oikealla kameralla kuvattuun materiaaliin. Yleensä kuitenkin kannattaa pyrkiä renderöimään kuva ilman linssivääristymää ja lisätä se vasta jälkikäteen, jolloin kyetään tekemään korjauksia jos renderöinti ei ollutkaan halutunlainen. Linssivääristymän avulla voidaan luoda kuvaan realismia ja tekemään siitä uskottavampi. (Birn 2006, 177 - 180.)

5 CASE: TUOTEMALLIN JÄLKIKÄSITTELY

5.1 Casen esittely

Kiinnostus renderöidyn kuvan jälkikäsittelyyn on entisestään herännyt, huomattunani, että varsin moni ajattelee, että 3D kuvien renderöintiin tarkoitettujen ohjelmien tulisi suoraan tuottaa loistava lopputulos. Mielestäni renderöityä kuvaa voidaan verrata filmi negatiiviin, joka sekin vaatii oman käsittelynsä, jotta lopullinen kuva saadaan halutuksi.

Markkinoilla on myös erilaisia renderöintiin tarkoitettuja ohjelmia ja näiden välinen paremmuus on jatkuvasti puheenaiheena eri foorumeilla. Mielestäni jälkikäsittelyn ja Pass-renderöinnin edut tulisi ottaa huomioon, kun tuotetaan 3D kuvia. Pass-renderöinnin avulla lähes kaikilla tänä päivänä käytössä olevilla ilmaisilla ja kaupallisilla renderöintiin tarkoitetuilla ohjelmilla saadaan tuotettua hyvää jälkeä.

Jälkikäsittelyvaiheessa voidaan jo renderöidylle kuvalle tehdä monia säätöjä. Toki tähän tarvitaan jälkikäsittelyyn tarkoitettujen ohjelmien hyvää tuntemusta ja hallintaa. Pass-renderöinnille löytyy lukemattomia mahdollisuuksia niin still-kuvia käsitellessä kuin animaatioita koostaessa.

Case-osassa käsitellään komposition perusteita sekä käydään läpi teorianosan asioita. Esimerkkinä toimii, Moccamaster kahvinkeitin. Malli on valittu sen läpinäkyvien pintojen vuoksi. Läpinäkyvyyden toimimista kompositointi vaiheessa haluttiin tutkia, kun tuotteelle vaihdetaan erilainen tausta.

Ohjelmistona käytettiin Adoben Photoshop CS5 ja siihen kytkettyä fnord Software:n ProEXR-liitännäistä, jotta voitiin hyödyntää monitasoisia tiedostoja, sillä Photoshop ei tällä hetkellä tue OpenEXR-tiedostoja joissa on useampi taso. Pass-renderöinti tapahtui NewTek LightWave 11 -ohjelmistoa sekä siihen saatavaa exrTrader-liitännäistä hyväksi käyttäen, jolloin tarvittavat Passit saatiin niputettua samaan tiedostoon. (db&w 2012.)

5.2 Pass renderointi ja kompositointi

Tarvittavat Passit renderöitiin ja tallennettiin OpenEXR-formaatissa, käyttäen 16-bittistä Floating Point muotoa. RGB-kuvat renderöitiin Straight eli Unpremultiply Alpha -muodossa, tällä pyrittiin välttämään ongelmia, joita näkyy useimmiten eri Passien antialiasoiduilla reuna-alueilla, kun Passeja yhdistetään toistensa päälle. Raskaamman sarjan kompositointiin tarkoitettujen ohjelmien tukevat paremmin Pre-multiply Alpha -kuvia.

Peruskompositiota varten renderöitiin seuraavat Passit:

Diffuse Shading Pass

Ambient Pass (Raw RGB)

Reflection Pass

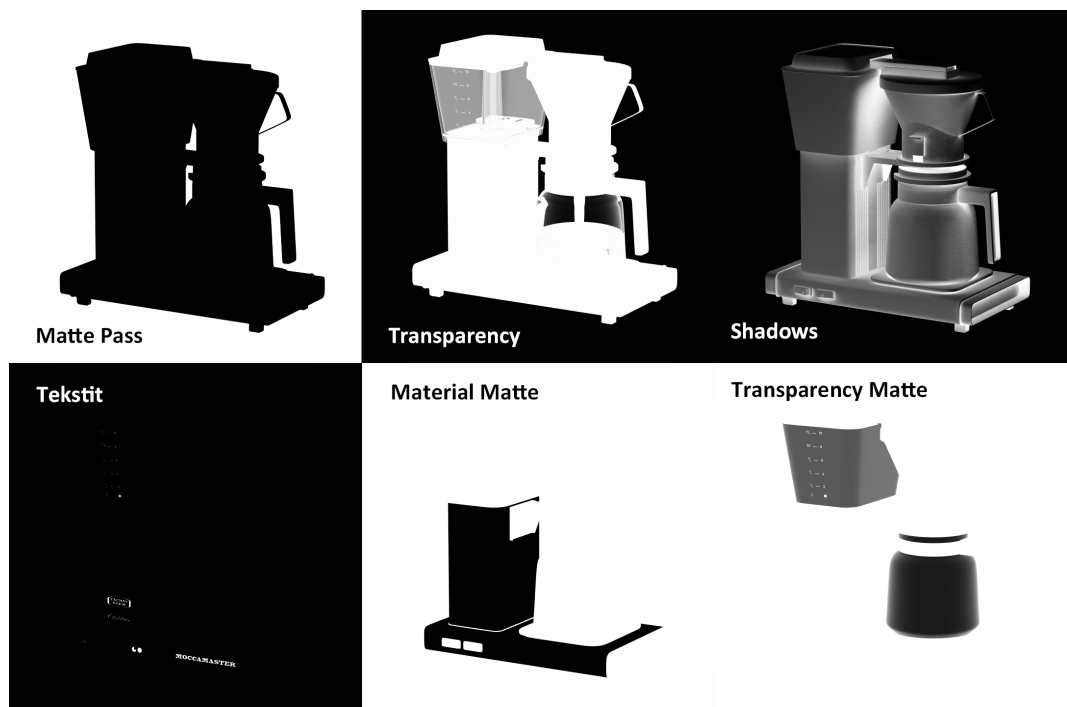
Shadow Pass (kuvassa 64.)

Refraction Pass

Transparency Pass

Ambient Occlusion

Kompositiota varten tarvittiin myös peite elementtejä, joita voi käyttää hyväksi kompositio vaiheessa monella tavalla, kuten valotuksen tai värinkorjaukseen, kuva 60.



KUVA 60. Kompositiossa käytettyjä peite-elementtejä.

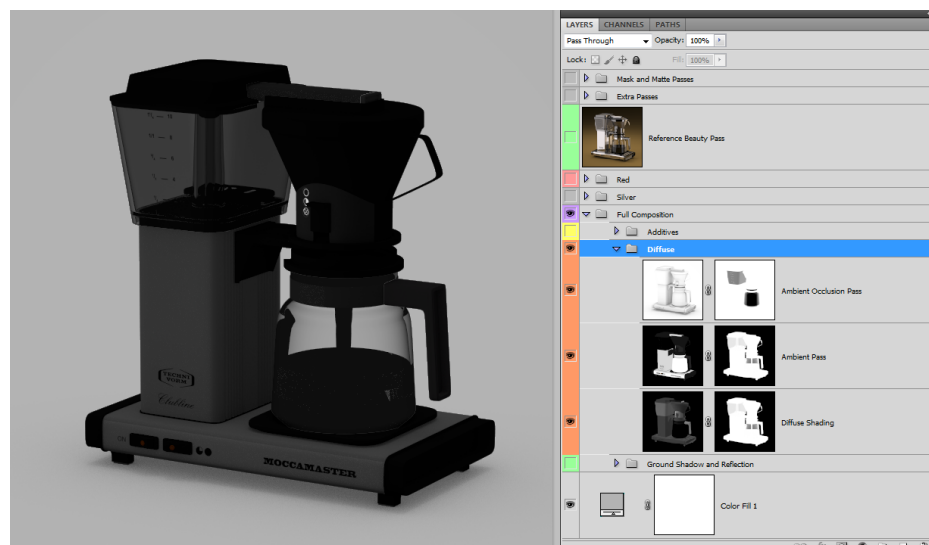
Kompositointi aloitettiin avaamalla monitasoinen OpenEXR-tiedosto Photoshop -ohjelmaan, jos jokainen Pass on renderöity omaan tiedostoonsa, voidaan käyttää

Photoshopin Scriptiä, joka niputtaa Passit samaan tiedostoon ladattaessa niitä sisään (File -> Scripts -> Load Files into Stack...). Passien avulla koottiin aluksi kompositio, joka vastaisi mahdollisimman lähelle, alla olevaa Beauty Pass renderointiä. (Kuva 61).



KUVA 61. Beauty Pass.

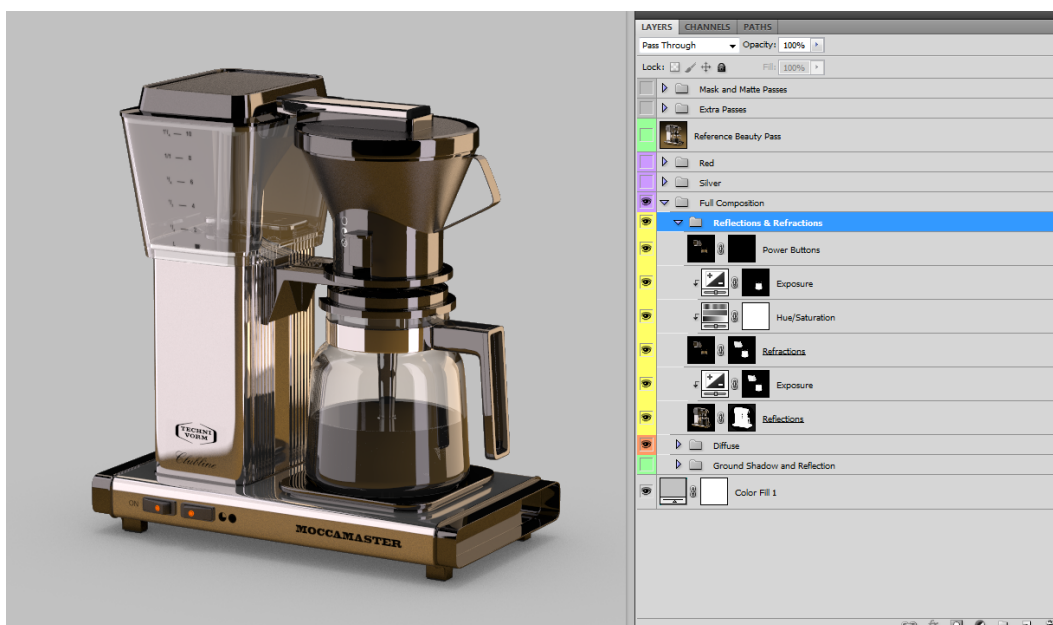
Diffuse Shadin, Ambient Pass ja Ambient Occlusion Passit yhdistettiin toisiinsa 100% Multiply-sekoitustilan avulla (Kuva 62). Tämä muodosti pohjan kompositiolle. Kuvassa 62, nämä tasot ovat merkitty oranssilla värillä. Ambient Occlusion tasolle käytettiin maskia, jotta sen vaikutus ei olisi niin voimakas läpinäkyville pinnoille. Diffuse Shading ja Ambient Passeissa maskina käytettiin objektin Transparency Passia, jotta läpinäkyvyys kappaleessa säilyisi. Läpinäkyvyyden määrään voidaan vaikuttaa käsittelemällä Transparency Pass -maskia.



KUVA 62. Diffuse Tasot yhdistettynä.

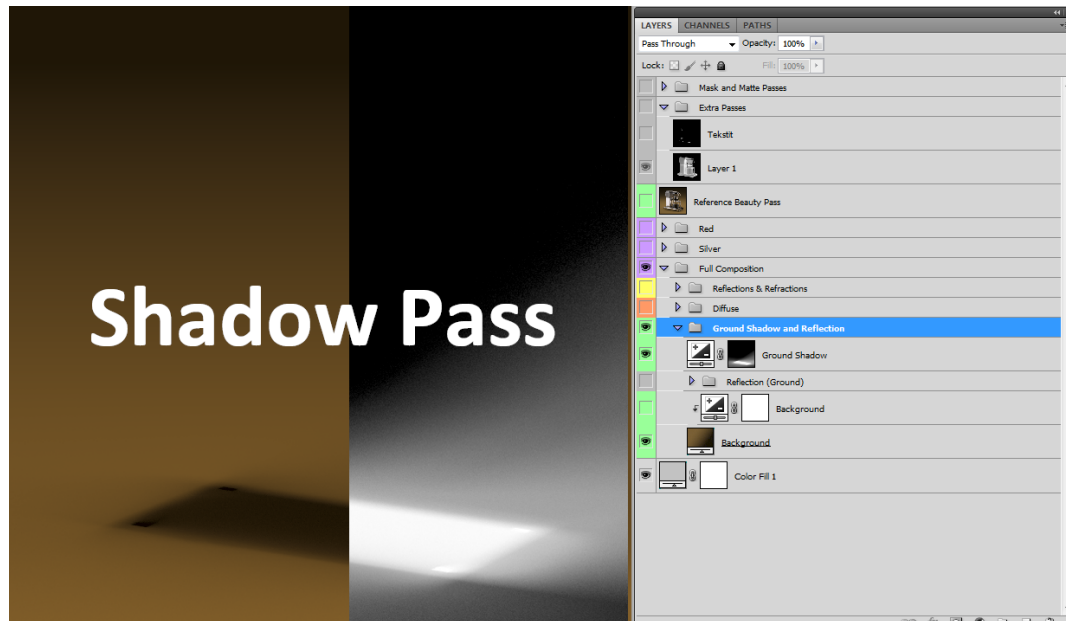
Toisessa vaiheessa lisättiin heijastuksista ja valontaittumisesta kertovat, Reflection ja Refraction Pass -tasot, Diffuse -taso ryhmän päälle käyttämällä 100% Linear Dodge -sekoitustilaa. Tasot on kuvassa merkitty keltaisiksi. (Kuva 63.) Näiden Passien kirkkautta, sekä sävyä myös säädettiin, käyttämällä säätötasoja. Exposure -säätötaso osoittautui hyödylliseksi säätää heijastuksien voimakkuutta. Maskina Reflection Passille toimi normaali, koko kappaleen peittävä Matte Pass, joka esiintyy kuvassa 60, vasemmalla ylhäällä. Maskin käyttö Reflection Passissa voi tuntua oudolta, mutta tämä on tehty jotta, RGB -kuvat saisivat reunapehmennyksen. Kuten muistamme RGB-kuvat oli renderöity Straight eli Unpremultiply -Alphalla.

Adobe Photoshopin 32-bittinen tila ei tue normaalia Invert-komentoa, joka on hyödyllinen silloin, kun käännetään maskina olevia tasojia toisinpäin. Maski tason kääntö onnistuu siten, että SHIFT-näppäin pohjassa, raahaa maskin jonkin muun tason käyttöön. Maskina ollut taso Invertoituu eli musta ja valkoinen informaatio vaihtuu. Tämä on erittäin hyödyllistä koostaessa kompositiota. ALT-näppäin pohjassa voi maski tasojia kopioida raahaamalla niitä haluttujen tasojen päälle.



KUVA 63. Reflection & Refraction -tasot, Diffuse tasojen päällä.

Lopuksi asetettiin paikoilleen tausta (Kuva 64), joka koostuu ainoastaan Gradient -säätötasosta, sekä sen yläpuolella olevasta Shadow Passista. Shadow Pass toimi maski elementtinä Exposure-säätötasolle. Kuvassa 64 vihreällä olevat taustan määrittävät tasot varjoiheen sijaitsevat alimmaisena, Diffuse -tasojen alla.



KUVA 64. Shadow Pass -taso toimii Exposure-säätötason maskina.

Kuva on kokonaisuudessaan nyt valmis. Alla on vertailun vuoksi renderöintiohjelman tuottama kuva, Beauty Pass, sekä kompositoimalla Pass-renderöintiä hyväksi käyttäen, Photoshopissa koostettu lopputulos. (Kuva 65.) Huomion arvoista on, että kappaleen oma Shadow Pass jätettiin käyttämättä (Kuva 60, ylhäällä oikealla).



KUVA 65. Beauty Pass ja Passeista kootun kuvan erot.

Kompositioon vaadittujen Passien järjestys oli tässä tapauksessa selkeä. Alimmaisena tausta jossa kappaleen aiheuttamat varjot. Taustan päälle Diffuusi Passit kappaleesta. Diffuusi Passit Multiply-sekoitustilalla yhteen, käyttäen maskeja. Lopuksi heijastukset Linear Dodge (add) -operaatiolla. Kuvassa 65, olevan peruskomposition tekoon kuluvan ajan voi laskea minuuteissa, mikä edellyttää tietenkin

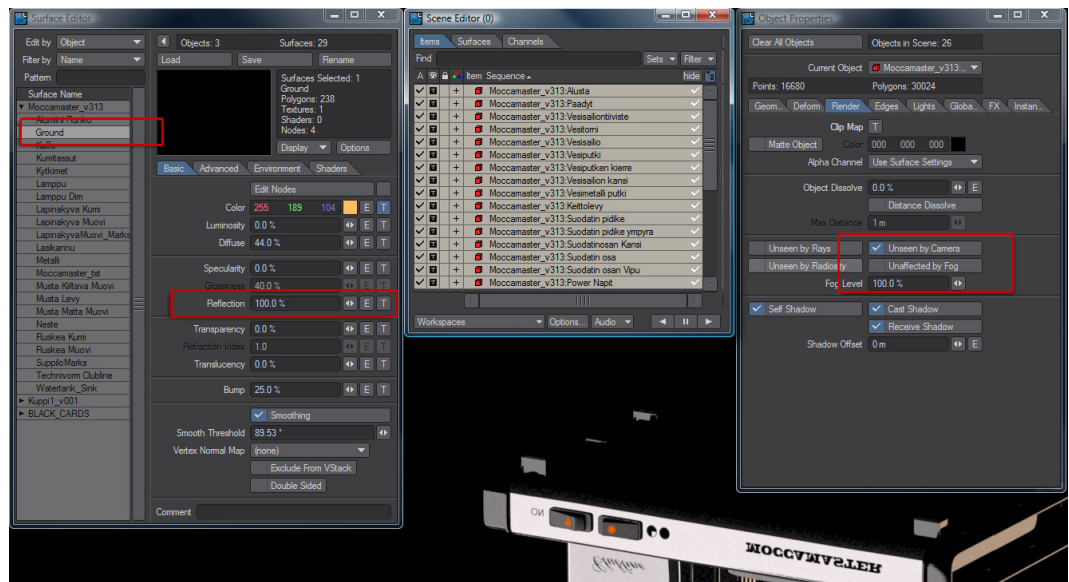
kompositioon käytettävän ohjelmiston hyvää hallintaa. Lopputuloksen laatu yllätti. Reunapehmennyksestä johtuvia virheitä tässä tapauksessa ei kuvaan tullut. Työskentely tapahtui myös kokoajan 32-bittisessä tilassa.

5.3 Jälkikäsittelyn ja Pass-renderöinnin edut

Jälkikäsittely itsessään ilman Pass-renderöinnin hyötyjä antaa mahdollisuuksia muuttaa kuvaa toisenlaiseksi. Pelkän värin korjaaminen tai kuvan valoisuuden muunnos voi olla jo riittävä toimenpide, mutta Passien käyttö mahdollistaa lukemattomia mahdollisuuksia muuttaa kuvaa jälkikäteen tehokkaammin.

Case-osan toisessa vaiheessa tehdään muutama variaatio, Passien avustuksella. Variaatioita voidaan tehdä lukemattomia ja vain oma mielikuvitus on rajana. Eri-laisten Passien hyödyntäminen ja niiden luova käyttö mahdollistaa monipuolisten säätöjen tekemisen kuvaan.

Seuraavaa tuotemallin variaatiota varten, haluttiin mallille luoda kuvaan myös heijastukset maahan. Käytännössä tämä tapahtuu niin, että heijastukset lähettävät kappaleet kytkettiin pois kameran näkyvistä (Kuva 66). Vastaanottavan kappaleen materiaali puolestaan asetettiin täysin heijastavaksi (Kuvassa 66, vasemmalla).



KUVA 66. Reflection Pass, jossa kappaleen heijastus alustansa.



KUVA 67. Kappaleen heijastus maahan lisätty, sekä komposition rakenne värein eroteltuna.

Yllä kuvassa 67, on variaatio, joka sisältää mallin heijastukset pintaan. Kompositio on täysin sama kuin edellä, poikkeuksena että maahan kohdistuva heijastus sijoittuu varjojen alapuolella, jonka paikka näkyy kuvassa 67 sinisellä. Kuvasta selviää myös komposition rakenne eri väreillä kuvattuna. Rakenne on täysin sama, kuin aiemmin perus kompositiota tehdessä. Ainoastaan kuvan Saturaatiota on laskettu, käyttämällä kompositio rakenteessa olevia säätötasoja.

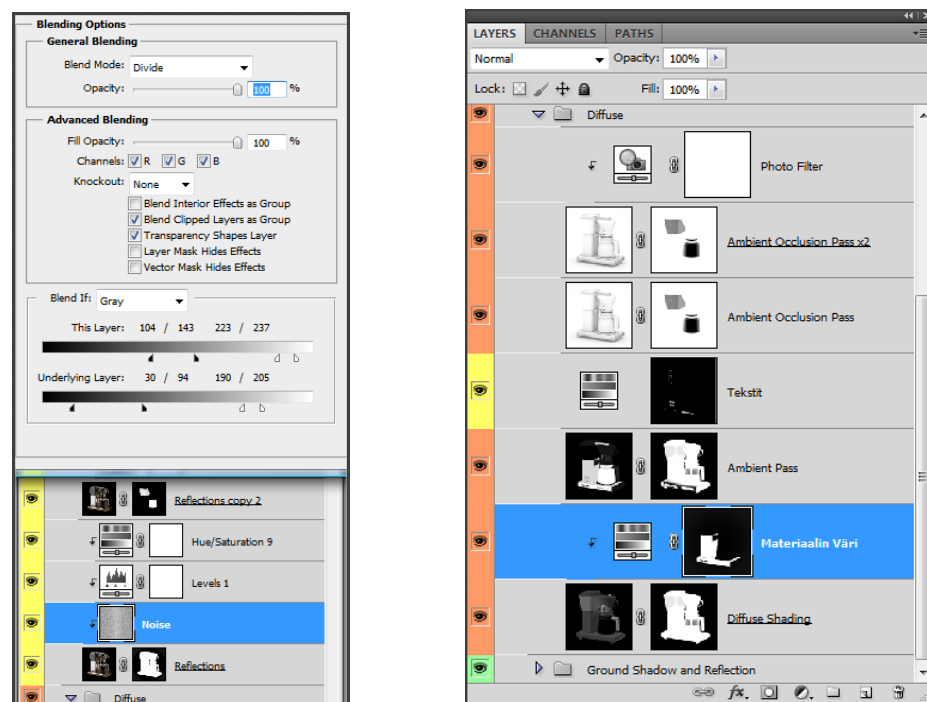
Kuvassa 67, Vihreät tasot kuvaavat taustatasoa, jossa varjot ja heijastus ovat. Kappaleen heijastus tulee tähän tasoryhmään ennen varjoja. Oranssit tasot sisältävät pohjan, jotka ovat kompositoitu toisiinsa Multiply-sekoitustilalla. Keltaiset tasot ovat Passeille, jotka lisätään Additiivisesti eli käyttäen Linear Dodge-sekoitustilaa, näihin kuuluu kaikki kiillot ja heijastukset, joiden on tarkoitus kirkastaa kuvaa.

Suurimpina etuina Passien avulla koostetusta kuvasta, on sen muokattavuus jälkikäteen. Tulos ei välttämättä vastaa fysikaalisesti oikein laskettua kuvaa, mutta sekin on toki mahdollista.

Käyttämällä erilaisia renderöityjä maski elementtejä voidaan kuvasta muuttaa jonkin osan väritystä, materiaalin ominaisuutta, kuten kiiltojen määrää ja muotoa. Alla kaksi esimerkkiä värin sekä hienovaraisesta materiaalin vaihdosta. Kuvissa on käytetty hyödyksi kuvan 60, Material Matte Passia, jonka avulla operaatioita on kohdistettu ainoastaan tähän osaan. (Kuvat 68 ja 69).



KUVA 68. Variaatiot tuotettu Passien avulla alkuperäisestä kuvasta.



KUVA 69. Vasemmalla edellisen kuvan, Photoshop -asetukset pintastruktuuria varten ja oikealla värin vaihtoon tarvittavat asetukset.

Vaihtoehtoisten versioiden luominen on Passien avulla on nopeaa. Muutokset ovat nähtävillä heti ruudulla, eikä uudelleen renderöintiä tarvita. Mallista voidaan tuottaa monia versiota ja etuna on näiden muokattavuuden säilyvyys.

Käsitelty malli sisälsi läpinäkyviä osia, tämä osoittautui haastavaksi kompositiota tehdessä. Oikeanlaisten maskien käyttö ja yhdistely kuitenkin ratkaisi ongelman. Lopputulokseen voi olla tyytyväinen. Mallin olisi voinut jakaa useampiin osiin, jolloin mahdollisuuksia olisi ollut vieläkin enemmän ja tulos olisi ollut uskottavampi. Toisaalta monet Passit jäivät käyttämättä ja näiden luovalla käytöllä voidaan saavuttaa äärimmäisen monia variaatioita ja säätöjä kuvalle.

Jälkikäsittelyvaihe jätettiin tarkoituksella erittäin minimaaliseksi osin siitä syystä, että kyseessä on tuotemalli, jonka voi varsin nopeasti pilata liiallisella käsittelyllä ja efektien käytöllä. Toisaalta lähes kaikki väreihin ja valotukseen liittyvät säädöt saatiin tehtyä suoraan 32-bittisessä muodossa. Näin lopullisen mallikuvan muuntaminen 8-bittiseen muotoon tarvittiin ainoastaan hienovarainen tone mapping -operaatio. Alla vielä Case-osan viimeinen vaihtoehtoinen versio tuotekuvasta (Kuva 70).



KUVA 70. Vaihtoehtoinen versio.

6 YHTEENVETO

Tarkoitus opinnäytetyössä oli selvittää asioita, jotka liittyvät itse renderöinti - prosessiin sekä renderöidyn kuvan tallentamiseen, jotta kaikki arvokas informaatio säilyisi kuvassa jälkikäsitteilyä varten.

Kuvan koostaminen erilaisista Passeista on kiinnostava ja luova prosessi, jossa voi vaikuttaa monella eri tavalla kuvan lopputulokseen. Case-projekti sisälsi varsin yksinkertaiset Passit sekä komposition. Toisaalta mallin läpinäkyvät osat oli haaste kompositiota tehtäessä. Projekti harjaannutti myös ajattelemaan, kuinka eri maski Passeja voidaan hyödyntää kompositio -prosessissa, ja tämä vaatii käyttäjältä luovaa ongelmanratkaisukykyä.

Opinnäytetyö lisäsi omaa kiinnostustani Pass-renderöintiä ja sen tuomia mahdollisuuksia kohtaan myös animaatioita tuottaessa. On myös hyvä huomioda, että renderöintiin tarkoitetut ohjelmat tuottavat suurimman osan kuvan Passeista taustalla, joten tämä ei edes lisää varsinaista renderöintiäikää. Peruskomposition teko Passeja käyttäen sujui pienen harjoittelun jälkeen nopeasti, ja lopputulos vastasi lähes täydellisesti normaalia renderöintiohjelman tuottamaa kuvaa.

Mielestäni kaikkea ei nykyäänkään kannata renderöidä kerralla, vaikka konetehot ovat kasvaneet jatkuvasti. Kuvankäsittely tutulla ohjelmalla on paljon nopeampaa, kuin odottaa aina kuvan uudelleen renderöintiä. Vaikkakin useimmat renderöintiin tarkoitetut ohjelmat sisältävät lähes täydellisen reaaliaikaisen esikatselun. Kuvankäsittelyyn tarkoitettu ohjelma sisältää myös paljon sellaisia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia, joita renderöintiohjelma ei sisällä. Näin jälkikäsitteilyn avulla voidaan myös paikata käytetyn renderöintiohjelman heikkouksia ja ominaisuuksien puutetta.

Jälkikäsitteilyvaihe värimäärittelyksineen ja tone mapping operaatioineen on mielestäni tärkeä osa kuvia työstettäessä. Näillä voidaan vaikuttaa lopullisen kuvan ulkoasuun ja tunnelmaan suuressa määrin. Erilaisten valokuvauksesta tuttujen efektien käyttö voi joissain tapauksessa antaa kuvalle sen viimeisen silauksen, jolla kuvaan saadaan eloa. Case-osan tuotevisualisoinnissa pyrittiin jättämään efektien käyttö vähemmälle, jotta tämä ei pilaisi kuvan tarkoitusta.

LÄHTEET

Painetut lähteet

3DTotal Team. 2011. Photoshop for 3D Artists: V1 Enhance your 3D renders!, Previz, texturing and post-production. Worcester, Iso-Britannia: 3DTotal Publishing.

Birn, J. 2006. Digital Lighting & Rendering. 2. uudistettu painos. Berkeley, Yhdysvallat: New Riders.

Bloch, C. 2007. The HDRI Handbook, High Dynamic Range Imaging for Photographers and CG Artists. Santa Barbara, Yhdysvallat: Rocky Nook Inc.

Boughen, N. 2007. LightWave v9 Lighting. Texas. Yhdysvallat: Wordware

Brinkmann, R. 2008. The Art and Science of Digital Compositing. 2. uudistettu painos. Burlington, Yhdysvallat: Elsevier.

Christiansen, M. 2011. Adobe After Effects CS5 Visual Effects and Compositing Studio Techniques. Berkeley, Yhdysvallat: Peachpit.

Vaughan, W. 2012. [digital] Modeling. Berkeley, Yhdysvallat: New Riders.

Yot, R. 2010. LIGHT for Visual Artists, Understanding & Using Light in Art & Design. City Road, London: Laurence King Publishing Ltd.

Sähköiset lähteet

Andersson, H. 2008. The Joy of a little "Ambience"... [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa: <http://mentalraytips.blogspot.com/2008/11/joy-of-little-ambience.html>

Bardak, H. Colors Space in XSI - The sRGB Standard [viitattu 22.04.2012]. Saatavissa: <http://harrybardak.co.uk/sRGB.htm>

Berto, T. 2005. Occlusion tutorial [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa: http://www.lamrug.org/resources/doc/occlusion_tutorial.pdf

Bockaert, V. 2012a. Chromatic Aberration [viitattu:23.03.2012]. Saatavissa: http://www.dpreview.com/learn/?/Glossary/Optical/chromatic_aberration_01.htm

Bockaert, V. 2012b. Vignetting [viitattu:23.03.2012]. Saatavissa: http://www.dpreview.com/learn/?/Glossary/Optical/Vignetting_01.htm

Breidt, M. 2009. Be gamma correct! [viitattu 12.02.2012]. Saatavissa: http://www.breidt.net/scripts/gamma_correct_v12.pdf

Bøgeberg, J. Linear workflow and Gamma explanation. [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa: <http://www.seazo.no/linear-workflow>

db&w, 2012. exrTrader [viitattu 31.03.2012]. Saatavissa: <http://www.db-w.com/products/exrtrader/about>

fnord software, 2012. ProEXR [viitattu:21.03.2012]. Saatavissa: <http://www.fnordware.com/ProEXR/>

frischluft 2012. Lenscare for Photoshop manual [viitattu 04.03.12]. Saatavissa: <http://www.frischlufth.com/download/Lenscare%20for%20Photoshop%20Manual.zip>

Gorner, M. 2012. Gamma Correction & Linear Workflow [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa: http://www.pixsim.co.uk/lightwave_video_tutorials.html
http://www.pixsim.co.uk/downloads/Linear_Workflow_in_LightWave.zip

Hawker, T. 2012 V-Ray Render Elements – Rendering & Compositing in Photoshop [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa:

<http://www.timsportfolio.co.uk/tutorials/renderelements/>

Massimiliano, M. 2011. Gamma Correction for a linear workflow [viitattu.12.02.2012]. Saatavissa: <http://www.vfxwizard.com/tutorials/gamma-correction-for-linear-workflow.html>

Minning, S. 2012. Normality [viitattu 23.03.2012]. Saatavissa: <http://www.3dcg.net/software/normality/>

NewTek. 2010. LightWave 10 Video Collection: Linear Colorspace Workflow [viitattu 12.02.2012]. Saatavissa: <http://tv.newtek.com/player.php?recordID=99>

OpenEXR, Industrial Light & Magic, 2012. OpenEXR [viitattu: 23.03.2012]. Saatavissa: <http://www.openexr.com/>

Red Giant Software. 2012. Magic Bullet PhotoLooks [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa: <http://www.redgiantsoftware.com/products/all/magic-bullet-photo-looks/>

Rydberg, O. 2009. Making of Soldier [Viitattu: 28.03.2012] Saatavissa: http://gscept.com/index.php/site/Soldier_MakingOf/

Spitzak,B. 2002. Linear workflow and Gamma explanation. [viitattu 22.03.2012]. Saatavissa: <http://mysite.verizon.net/spitzak/conversion/whylinear.html>

Sokol, V. 2011. How to use render passes in Photoshop. [viitattu 23.03.2012]. Saatavissa: <http://vitaliy-sokol.com/light-direction-render-passes-photoshop/>

Wikipedia, 2012. Distortion (optics) [viitattu: 23.03.2012]. Saatavissa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Distortion_\(optics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Distortion_(optics))